

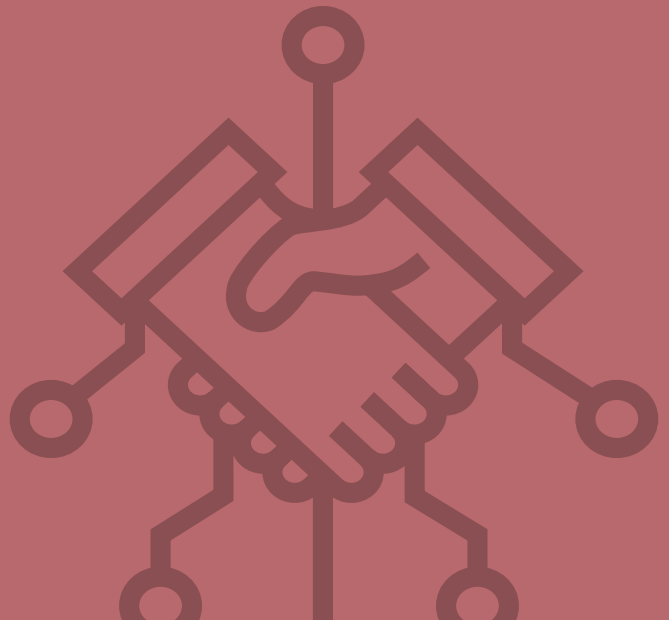


Indústria 4.0

Arcabouço normativo
para a implementação
da Indústria 4.0 no Brasil



Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação





cg^eee

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação



Indústria 4.0

Arcabouço normativo
para a implementação
da Indústria 4.0 no Brasil



© Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) é uma associação civil sem fins lucrativos e de interesse público, qualificada como Organização Social pelo executivo brasileiro, sob a supervisão do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Constitui-se em instituição de referência para o suporte contínuo de processos de tomada de decisão sobre políticas e programas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). A atuação do Centro está concentrada nas áreas de prospecção, avaliação estratégica, informação e difusão do conhecimento.

DIRETOR-PRESIDENTE

Marcio de Miranda Santos

DIRETORES

Luiz Arnaldo Pereira da Cunha Junior
Regina Maria Silverio

EDIÇÃO | *Marianna Nascimento*

DIAGRAMAÇÃO | *Contexto Gráfico*

CAPA E INFOGRÁFICOS | *Contexto Gráfico*

PROJETO GRÁFICO | *Núcleo de design gráfico do CGEE*

COORDENAÇÃO DA COMUNICAÇÃO INTEGRADA | *Jean Marcel da Silva Campos*

Catálogo na Fonte

C389i

Indústria 4.0; Arcabouço normativo para a implementação da Indústria 4.0 no Brasil. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2021. (Série Documentos Técnicos, 29).

210 p.

ISBN 978-65-5775-027-8

1. Indústria 4.0. 2. Normalização. 3. Normas Técnicas. 4. Desenvolvimento Industrial. 5. Brasil. I. CGEE. II. MCTIC. III. Título.

CDU 004.057.2.67 (81)

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCS Qd 9, Bl. C, 4º andar, Ed. Parque Cidade Corporate
70308-200, Brasília, DF
Telefone: (61) 3424.9600
<http://www.cgee.org.br>, @cgee_oficial

Referência bibliográfica:

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS- CGEE. Indústria 4.0; Arcabouço normativo para a implementação da Indústria 4.0 no Brasil. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2021. 214 p. (Série Documentos Técnicos, 29).

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 2º Contrato de Gestão CGEE – 21º Termo Aditivo/Ação: Estudos, Análises e Avaliações/Projeto: Inovação para o Desenvolvimento Nacional: Subsídios Técnicos para Políticas - 8.10.53.06.01.01 /MCTI/2021.

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos neste documento poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.



Indústria 4.0

Arcabouço normativo para a implementação da Indústria 4.0 no Brasil

SUPERVISÃO

Luiz Arnaldo Pereira da Cunha Junior

COORDENAÇÃO DO PROJETO NO CGEE

Verena Hitner Barros

EQUIPE TÉCNICA CGEE

Lucas Varjão Motta

Mayra Juruá

Thiago Silveira Gasser

CONSULTORIA

José Augusto Pinto De Abreu

Monique Dias Jardim Coimbra

(Sextante Consultoria)

GRUPO DE TRABALHO NORMALIZAÇÃO TÉCNICA DA CÂMARA TÉCNICA DA INDÚSTRIA 4.0

Eliana Emediato (MCTI)

César Luciano Cavalcanti (MCTI)

Johannes Klingberg (VDI)

José Borges Frias (VDI)

Kelly Caporalli (Abinee)

Israel Guratti (Abinee)

José S. Viel (Cobei)

Nelson Al Assal Filho (ABNT)

James Gorgen (Ministério da Economia)

Adriana Santos (Abimaq)

Claúdio Guerreiro (ABNT)

Roberto Barbieri (Abinee)

APOIO TÉCNICO AO PROJETO

Tatiana Farias Ramos



Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

Onde o futuro está presente



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
1. INTRODUÇÃO	11
2. A IMPORTÂNCIA DA NORMALIZAÇÃO PARA A INDÚSTRIA 4.0	17
2.1. Visão geral das normas técnicas	18
2.2. Apoio à indústria	19
2.3. Apoio às políticas institucionais	19
2.4. Apoio à PD&I	20
2.5. Inclusão e apoio às PME	20
2.6. Suporte à sustentabilidade	21
3. A INDÚSTRIA 4.0 NOS SISTEMAS DE NORMALIZAÇÃO INTERNACIONAL, NACIONAIS E REGIONAIS	25
3.1. ISO e IEC	25
3.2. CEN e CENELEC	28
3.3. ABNT	33
4. INICIATIVAS INTERNACIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0	35
4.1. Alemanha	36
4.2. Estados Unidos da América	48
4.3. Espanha	55
4.4. Portugal	70
4.5. Estônia	84
4.6. Cingapura	86



5. INICIATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0 NA AMÉRICA DO SUL	89
5.1. Argentina	90
5.2. Uruguai	91
5.3. Colômbia	92
5.4. Chile	92
5.5. Outros países da região	92
6. O CENÁRIO ATUAL DO BRASIL PARA A NORMALIZAÇÃO NA INICIATIVA INDÚSTRIA 4.0	95
6.1. Aspectos institucionais	95
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	111
Recomendações	112
7.1. Liderança	113
7.2. Governança	114
7.3. Estratégia	115
7.4. Planejamento, coordenação e priorização	115
7.5. Participação	116
7.6. Adoção	116
7.7. Disseminação e difusão	116
7.8. Mobilização de recursos	117
7.9. Capacitação	117
7.10. Normalização moderna	117
REFERÊNCIAS	121



ANEXO A - OS SISTEMAS DE NORMALIZAÇÃO INTERNACIONAL, REGIONAIS E NACIONAIS	145
1. NÍVEIS DE NORMALIZAÇÃO	145
2. NORMALIZAÇÃO NO BRASIL	149
2.1. Estrutura do Sinmetro	149
2.2. O Sistema Brasileiro de Normalização	151
2.3. Processo de normalização	152
2.4. Participação do Brasil nos organismos regionais e internacionais de normalização	155
2.5. Estratégia Brasileira de Normalização	155
3. NORMALIZAÇÃO NO MERCOSUL	157
3.1. Estrutura	157
3.2. Processo de normalização	158
4. NORMALIZAÇÃO NA AMÉRICA	161
5. NORMALIZAÇÃO INTERNACIONAL – ISO E IEC	165
5.1. Processo de normalização da ISO e da IEC	167
5.2. Estrutura da IEC	169
5.3. Visão estratégica da IEC	172
6. NORMALIZAÇÃO NA UNIÃO EUROPEIA	177
6.1. O Comitê Europeu de Normalização	179
6.2. O Cenelec	179
6.3. O ETSI	180

ANEXO B – INFORMAÇÕES SOBRE O COMITÊ PARA SISTEMAS DE MANUFATURA INTELIGENTE (IEC/SyC SM).	187
ANEXO C – INFORMAÇÕES SOBRE O ISO/IEC JOINT TECHNICAL COMMITTEE (ISO/IEC /JTC 1)	189
1. LISTA DOS MEMBROS PARTICIPANTES E OBSERVADORES DO ISO/IEC JOINT TECHNICAL COMMITTEE (ISO/IEC/JTC 1)	189
2. QUANTITATIVO DO ACERVO DE NORMAS DO ISO/IEC JOINT TECHNICAL COMMITTEE 1	192
ANEXO D - INFORMAÇÕES SOBRE OS PRINCIPAIS GRUPOS DE TRABALHO INTERNACIONAIS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0	195
ANEXO E – LISTA DE COMITÊS E GRUPOS RELEVANTES PARA O SMA-CG	198
ANEXO F - LEVANTAMENTO ABNT DE COMITÊS TÉCNICOS INTERNACIONAIS RELEVANTES NO CONTEXTO INDÚSTRIA 4.0	200
ANEXO G – PARTICIPAÇÃO DA ALEMANHA NA NORMALIZAÇÃO	202
LISTA DE FIGURAS	207
LISTA DE TABELAS	208
LISTA DE GRÁFICOS	209



APRESENTAÇÃO

Este estudo é proveniente do projeto **Subsídios para a Câmara Brasileira da Indústria 4.0**, uma iniciativa da Câmara da Indústria 4.0. A coordenação desta Câmara é feita pelo Ministério da Economia (ME) e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), com a participação de atores do setor público e de representantes dos setores industriais e da academia.

O projeto busca elaborar estudos estratégicos a fim de acelerar a transformação digital na indústria brasileira, por meio de proposições de ações para impulsionar as atividades da Câmara, contribuindo para o aprimoramento e para a produção de políticas públicas. A adoção de tecnologias 4.0 pelo setor industrial é tema prioritário, porém permeado por múltiplos desafios para sua implementação.

Entre os desafios do setor industrial brasileiro elencados pela Câmara da Indústria 4.0 estão as necessidades de:

- Aumentar a competitividade e a produtividade das empresas brasileiras por meio da Indústria 4.0
- Melhorar a inserção do Brasil nas cadeias globais de valor
- Introduzir o uso de tecnologias da Indústria 4.0 nas pequenas e médias empresas
- Garantir instrumentos para que soluções de empresas de base tecnológica, *startups* e integradoras possam ser ofertadas e disponibilizadas diretamente às empresas
- Assegurar estabilidade e volume de recursos a custo adequado para a implementação de iniciativas para a Indústria 4.0
- Identificar e desenvolver soluções para a Indústria 4.0 adequadas às empresas do parque produtivo brasileiro e
- Evitar a sobreposição de esforços individuais de instituições públicas e privadas e pulverização de recursos para solucionar necessidades e demandas da Indústria 4.0 no Brasil.

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) vem oferecendo contribuições à Câmara da Indústria 4.0, fornecendo subsídios para superar os entraves observados pelos membros e buscando facilitar a formulação de iniciativas voltadas para a adoção de tecnologias 4.0 pela indústria



brasileira. Por meio de estudos estratégicos, o CGEE espera aumentar o conhecimento dos atores sobre as necessidades do setor, bem como promover os incrementos necessários para o futuro.

Deste modo, O CGEE e a Câmara da Indústria 4.0 esperam, com este conteúdo, contribuir para o melhoramento do cenário do setor industrial brasileiro, promovendo maior produtividade, competitividade e desenvolvimento econômico.

Luiz Arnaldo Pereira da Cunha Junior

Diretor do CGEE



1. INTRODUÇÃO

O termo Indústria 4.0 surgiu pela primeira vez em 2011, na Feira de Hannover, na Alemanha. O conceito proposto na ocasião abrangia um conjunto de recomendações estratégicas ao governo alemão, com foco em soluções tecnológicas. A iniciativa foi acolhida e ganhou corpo. Como resultado, dois anos mais tarde, em 2013 (ACATECH, 2013), a Indústria 4.0 ganhou uma estratégia a ser desenvolvida na Alemanha. Tratava-se de uma iniciativa vista como um processo fundamental para a inovação e a transformação da produção industrial (BMW, 2019a).

Os Estados Unidos também já estavam desenvolvendo a própria iniciativa, chamada de *Smart Manufacturing*. Em 2011, havia sido publicado um relatório com recomendações para o estabelecimento de uma estratégia nacional que promovesse a liderança norte-americana na chamada indústria avançada (PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2011). O documento daria origem, em 2012, ao Plano Estratégico Nacional para a Indústria Avançada (EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL, 2012).

Naturalmente, essas iniciativas são o culminar de estudos e pesquisas que já vinham sendo desenvolvidos há alguns anos – e não apenas na Alemanha e nos EUA. Com efeito, o relatório publicado pela UNIDO em 2013 intitulado *Emerging trends in global manufacturing industries* faz referência a estudos relacionados com o tema produzidos em locais como União Europeia, Alemanha, Reino Unido, Dinamarca, Suécia, China, Coreia do Sul, Austrália, Estados Unidos, Canadá e Brasil. (UNIDO, 2013).

Desde então, governos de diversos países patrocinam iniciativas estratégicas nacionais que propõem diversas ações para revolucionar a forma como suas fábricas operam. O desenvolvimento destas iniciativas conta com a participação de associações empresariais, empresas de tecnologia, universidades e centros de pesquisa. Alguns exemplos são Estados Unidos (2012), Reino Unido (2012), França (2013), Coreia do Sul (2014), China (2015) e Índia (2015), dentre outros.

As iniciativas possuem diferentes objetivos, como aumentar a participação da indústria de transformação no Produto Interno Bruto (PIB), caso do Estados Unidos e da União Europeia. Se a participação da indústria de transformação já é alta (caso da China, Japão e Coreia), buscaram-se formas estratégicas de alcançar patamares mais elevados na cadeia de valor.



A indústria 4.0, 4ª Revolução Industrial ou fabricação avançada é um novo estágio de desenvolvimento da produção industrial no mundo.

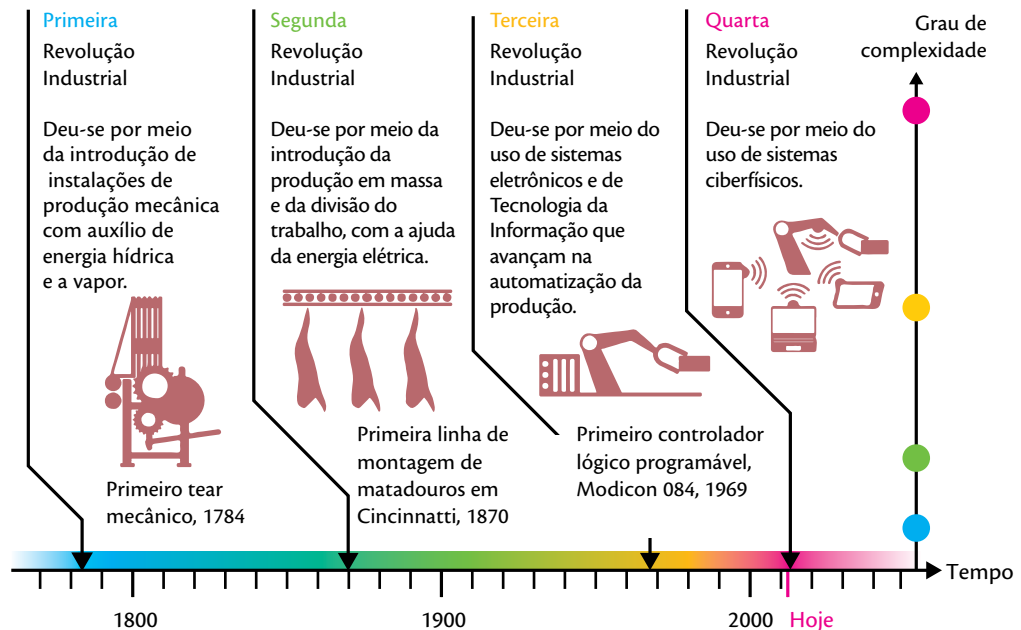


Figura 1 – Revolução industrial

Fonte: The Four Industrial Revolutions. Graphic Source: DFKL,2011.

A primeira revolução industrial durou de 1760 a 1840, aproximadamente; foi desencadeada pela construção de ferrovias e pela invenção da máquina a vapor; e inaugurou a era da produção mecânica.

A segunda revolução industrial começou no final do século 19 e continuou no início do século 20. Foi impulsionada principalmente pela introdução da eletricidade e da linha de montagem na indústria automotiva por Henry Ford, em 1913. Como resultado, a produção tornou-se muito mais rápida, pois cada funcionário concentrou-se em apenas uma unidade de trabalho.

A terceira revolução industrial começou na década de 1960 e foi significativamente influenciada pelo desenvolvimento de semicondutores, computadores *mainframe* (1960), computadores pessoais (1970 e 1980) e internet (1990).



A Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0, é a era da digitalização. Novos modelos e tecnologias de negócios – como inteligência artificial e manufatura aditiva – estão conduzindo este processo, transformando os modelos de negócios atuais, alterando as estruturas de mercado e redistribuindo participações no mercado global.

A Indústria 4.0 é a união dos avanços tecnológicos mais recentes utilizados no desenvolvimento de máquinas que operam de maneira inteligente e praticamente autônoma. Além disso, estas máquinas são capazes de comunicar-se entre si e aprender com os próprios erros e acertos. São exemplos de tecnologias envolvidas na Indústria 4.0:

- Inteligência Artificial (AI)
- *Big Data*
- Internet das Coisas (IoT)
- Computação em nuvem
- Sistemas Ciberfísicos (CPS)
- Manufatura aditiva (impressão 3D)
- Robótica avançada
- Realidade virtual e aumentada
- Sensores inteligentes
- Novos materiais, etc.

O caráter disruptivo da Indústria 4.0 é fruto da articulação e da convergência destas tecnologias, que se encontram em diferentes estágios de maturação.

A proposta da Indústria 4.0 é revolucionar a maneira com que produtos e serviços são gerados, conectando os mundos físico e digital. Por exemplo: sistemas ciberfísicos promovem a troca de dados, em tempo real, entre máquinas; os dados, por sua vez, permitem uma gestão mais eficiente de toda a cadeia produtiva.

Esta produção inteligente propiciada pela quarta revolução industrial conecta diferentes etapas de um processo e partes interessadas, como clientes, fornecedores e parceiros.



Indústria 4.0 significa, portanto, a fusão entre digitalização e processos industriais tradicionais. Isto resulta em cadeias de valor inteligentes e ciclos de vida de produtos que começam com o desenvolvimento; passam pela fabricação, montagem, entrega e manutenção; e terminam com a reciclagem.

Além da convergência de novas tecnologias, as principais características da Indústria 4.0 são: (GS1 BRASIL, 2020).

Flexibilidade

Trata-se da capacidade de produzir conforme a demanda, possibilitando a facilidade de alternar as atividades executadas nas máquinas.

Virtualização

É a adoção do chamado *digital twin* (ou gêmeo digital), uma evolução dos sistemas de simulação. Trata-se de uma cópia virtual obtida por meio de sensores espalhados pela fábrica, os quais permitem monitorar e rastrear os processos remotamente.

Coleta de dados em tempo real

Com a automação, as informações a respeito dos processos são coletadas em tempo real. Isso possibilita uma tomada de decisão mais ágil e, conseqüentemente, mais eficaz.

Descentralização

A descentralização tem como objetivo otimizar os processos produtivos. Com a transmissão de dados relevantes sobre os ciclos de trabalho (obtidos por meio do monitoramento das máquinas), torna-se possível tomar decisões com base nas necessidades em tempo real.

Os impactos da Indústria 4.0 sobre a produtividade, a redução de custos, o controle sobre o processo produtivo e a customização da produção, dentre outros, apontam para uma transformação profunda nas plantas fabris.



Segundo levantamento da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), estima-se que, a partir da migração da indústria para o conceito 4.0, os custos industriais no Brasil serão reduzidos em pelo menos R\$ 73 bilhões ao ano (ABDI, 2018). Esta economia deve-se aos ganhos de eficiência e à redução nos custos de manutenção de máquinas e no consumo de energia.

Convém acrescentar que as aplicações destas novas tecnologias não se restringem ao setor industrial e têm usos crescentes e potenciais em vários outros domínios, como cidades inteligentes, agricultura, saúde, serviços, etc. É também cada vez mais frequente a adoção do sufixo “4.0” para designar o contexto desses domínios no âmbito da adoção e implementação dessas tecnologias (e outras associadas). Este documento técnico, porém, foca na aplicação na indústria.

No Brasil, desde 2014 discute-se a necessidade de desenvolver um plano de ação sobre Internet das Coisas e Indústria 4.0, inclusive com a articulação de grupos de trabalho e a elaboração de relatórios (BRASIL, 2016; CNI, 2016). O contexto brasileiro será abordado no Capítulo 6 deste documento.

A indústria do futuro está orientada para a disponibilização de todas as informações necessárias em tempo real, conectando todos os elementos que participam da cadeia de valor. Para isso, é necessário um nível sem precedentes de integração de informações de todos os domínios de negócios. Para que os objetivos desejados sejam alcançados, esse fluxo de informações deve ser contínuo, uniforme e implementado necessariamente por meio de interfaces padronizadas.

A Indústria 4.0, como mencionado, combina as tecnologias da informação e comunicação com a produção de maneira dinâmica, possibilitando que máquinas e componentes gerenciem autonomamente a produção de maneira flexível, eficiente e com economia de recursos. Para tal, é necessário um grau de integração de sistemas sem precedentes, que abrangem várias dimensões alcançando os processos de produção, mas também os processos e modelos de negócio e o ciclo de vida do produto.



2. A IMPORTÂNCIA DA NORMALIZAÇÃO PARA A INDÚSTRIA 4.0

O grau de integração de sistemas requerido pela Indústria 4.0 só pode ser alcançado se padrões e referências comuns forem estabelecidos e adotados pelos vários elos da cadeia de valor. O meio para se alcançar este objetivo é a normalização. O estabelecimento de normas técnicas é, assim, uma condição necessária e habilitante para a implementação da Indústria 4.0.

Por outro lado, a integração de sistemas requer ainda que essas normas técnicas sejam o resultado de consensos bastante amplos e adotadas na máxima extensão possível, dado que a produção e a cadeia de valor ocorrem no nível global. Assim, a normalização internacional é uma condição para o sucesso da Indústria 4.0.

Com efeito, desde 2015, os líderes do G20 reconhecem que o uso efetivo de tecnologias digitais é um fator importante no aumento da eficiência e da otimização estrutural econômica. Em 2017, com o objetivo de discutir e maximizar as contribuições que a digitalização pode trazer para a economia, os ministros do G20 responsáveis pela economia digital reuniram-se em Dusseldorf, na Alemanha. O resultado desta reunião foi uma declaração dos ministros, com a visão comum e as propostas dos países do grupo para promover a digitalização das sociedades, incluindo iniciativas para a Indústria 4.0.

A declaração, denominada *Declaração Ministerial da Economia Digital do G20 - Forma de Digitalização para um Mundo Interconectado* (BMW, 2017a), na seção “Digitalização da produção para o crescimento”, declara a importância da normalização internacional e o compromisso e estímulo dos países do G20 para este fim, acrescentando que “os países do G20 apoiam o desenvolvimento e o uso de normas internacionais para produtos e serviços tecnológicos”.

Por outro lado, a extensão e a abrangência do conceito da Indústria 4.0 tem em si uma complexidade inaudita, o que põe grandes desafios para uma normalização eficaz. Assim, a normalização para a Indústria 4.0 é um esforço de harmonização e uma atitude proativa para desenvolver normas técnicas sem paralelo.

Por esta razão, a importância da normalização é tão grande no contexto da Indústria 4.0 que diversos países a destacaram como uma das peças-chave das suas estratégias nacionais. Estratégias estas que promovem a participação ativa de comitês e grupos de trabalho internacionais de



normalização, estabelecendo, inclusive, iniciativas de parceria e cooperação com esse propósito. É o caso de países como Alemanha, Itália e França (SZIGETI; TAILHADES; BRIANT, 2018), assim como Japão (BMW, 2017b). Além disso, estabeleceram-se plataformas para divulgar, organizar e facilitar a utilização dos padrões de normalização. Alemanha (FRAUNHOFER IAIS, 2017) e Cingapura (SMS, 2018) adotaram bons exemplos destas plataformas.

2.1. Visão geral das normas técnicas

As normas técnicas são desenvolvidas por meio da atuação de uma ampla gama de partes interessadas nas atividades de normalização em nível nacional como, por exemplo, os Comitês Técnicos de normalização da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e suas delegações nacionais e especialistas nos níveis regional e internacional. Estas partes interessadas incluem representantes do comércio e da indústria (incluindo pequenas e médias empresas); organizações de consumidores; associações profissionais; organismos de certificação, ensaios e inspeção; organizações ambientais e sociais; autoridades públicas e regulatórias; associações setoriais; sindicatos; instituições educacionais; centros de pesquisa; etc. A participação nas atividades de normalização permite que essas partes interessadas:

- Adquiriram conhecimento detalhado das regras e, assim, antecipem necessidades e tendências
- Influenciem o conteúdo das normas e garantam que suas necessidades específicas sejam levadas em consideração
- Estabeleçam contato com outras partes interessadas, especialistas e reguladores, tanto em nível nacional como nos níveis regional e internacional.
- Contribuam para o desenvolvimento de normas que garantam maior segurança, desempenho, eficiência e interoperabilidade dos produtos e/ou serviços.

Uma das principais razões para o desenvolvimento das normas é facilitar a interoperabilidade (isto é, a capacidade dos dispositivos de trabalharem juntos) entre produtos em um ambiente de fornecedores, redes e serviços múltiplos. Ou seja: normas devem ser projetadas e verificadas para garantir que produtos e serviços compatíveis tenham interoperabilidade.



Produtos e sistemas complexos são frequentemente baseados em várias normas de diversas organizações de normalização ou em requisitos publicados por consórcios ou fóruns privados do setor. Portanto, é de grande importância garantir a coordenação e a coerência no desenvolvimento das normas de diferentes organizações.

Em nível internacional, mais de 600 normas (UNE, 2018a) estão sendo desenvolvidas ou revisadas com o objetivo de garantir o sucesso da quarta revolução industrial em vários aspectos. As normas desenvolvidas por entidades como a Organização Internacional de Normalização (ISO) e a Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) garantem a máxima interoperabilidade de que a Indústria 4.0 precisa.

2.2. Apoio à indústria

A normalização fornece uma base sólida para, além de melhorar as práticas existentes, desenvolver e disseminar as novas tecnologias que a Indústria 4.0 requer. Especificamente, as normas facilitam o acesso ao mercado, fornecem economias de escala e promovem e disseminam a inovação.

2.3. Apoio às políticas institucionais

As normas são também um poderoso apoio a políticas públicas e legislação. O legislador frequentemente cita normas em seus regulamentos para proteger os interesses dos usuários e mercados e para apoiar políticas públicas. As normas e a conformidade com os regulamentos ajudam a garantir a segurança, a confiabilidade e a preservação do meio ambiente. Como resultado, os usuários percebem produtos e serviços normalizados como mais confiáveis, o que, por sua vez, contribui para o aumento das vendas e para a assimilação de novas tecnologias.

Por outro lado, estruturas, *frameworks*, arquiteturas e modelos de referência possibilitam estabelecer modelos técnicos que as políticas públicas potencializam e dinamizam, formando uma base metodológica na qual é possível se apoiar.



As políticas públicas estabelecidas em alguns países ou regiões, inclusive para áreas inovadoras ou mesmo as específicas para a Indústria 4.0, têm o mapeamento da normalização aplicável como um dos seus instrumentos (NIST, 2012; LU; MORRIS; FRECHETTE, 2016).

2.4. Apoio à PD&I

As normas têm um papel reconhecido na promoção e na disseminação da Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e possibilitam antecipar necessidades e tendências. (CEBR, 2015; AFNOR NORMALISATION, 2009; BLIND; JUNGMITTAG; MANGELSDORF, 2012).

As inovações são consideradas a origem e o motor crucial da 4ª revolução industrial. São a base para novos produtos e serviços ou servem para agilizar e projetar com eficiência os processos existentes. Logo, participar do processo de normalização e da implementação rápida de normas recém-desenvolvidas mantém empresas líderes no cenário tecnológico.

2.5. Inclusão e apoio às PME

Um ponto comum das várias iniciativas para a Indústria 4.0 é a atenção dada à inclusão das pequenas e médias empresas (PME). Com efeito, a participação das PME nas cadeias de valor constitui-se simultaneamente num desafio e numa oportunidade para a Indústria 4.0. Por essa razão, um denominador comum entre as várias estratégias nacionais é o destaque e a prioridade das PME. Esse é o caso da Alemanha e dos Estados Unidos, inclusive devido a importância das pequenas e médias empresas nas cadeias de valor desses países.

Da mesma forma, dado que boa parte do tecido industrial brasileiro é constituído por PME, vale destacar as vantagens e os desafios que a Indústria 4.0 lhes trará.

Este novo paradigma de manufatura permite economia de custos, flexibilidade de produção, customização de produtos e possibilidade de oferecer serviços de valor agregado aos clientes, tudo com despesas reduzidas. Ou seja, a popularização dessas tecnologias colocará à disposição das PME possibilidades que até agora apenas as grandes empresas possuíam. Por outro lado, como



as cadeias de valor incluem em larga escala as PME, essas tecnologias são, nesses casos, condição necessária para a sobrevivência.

Desta forma, é importante que as soluções utilizadas pelas PME sejam baseadas em normas, o que pode proporcionar algum grau de independência de fornecedores, evitar bloqueios tecnológicos e garantir o máximo interoperabilidade com o mundo exterior.

Os maiores desafios que as pequenas e médias empresas enfrentam neste contexto são: o desenvolvimento de uma estratégia digital apropriada, uma análise custo-benefício das tecnologias relevantes, a falta de segurança de dados e a inexistência de padrões uniformes estabelecidos em normas (SCHRÖDER, 2017). Pode-se acrescentar nesta lista também a falta de recursos para participar do processo de normalização, o que dificulta acompanhar a velocidade de publicação de novas normas.

Vale destacar que as pequenas e médias empresas geralmente se adaptam ao padrão das grandes empresas das quais são fornecedoras. A falta de padronização torna difícil para as PME juntarem-se a redes de criação de valor. Além disso, surge a preocupação de que os altos investimentos possam ser perdidos caso se adote uma tecnologia de interface que, em última instância, não é executada. Assim, a maior parte das PME industriais somente adotará tecnologias da Indústria 4.0 quando houver alta interoperabilidade e segurança, por meio de interfaces e protocolos normalizados.

A normalização funciona como base segura para as PME adequarem-se, adotarem as inovações e implementarem rapidamente as novas tecnologias no âmbito da Indústria 4.0.

2.6. Suporte à sustentabilidade

O desenvolvimento sustentável é atualmente um dos principais desafios das sociedades. A Indústria 4.0 por si só permite avanços significativos nos esforços de sustentabilidade ao possibilitar novos produtos e processos, com racionalização do uso de recursos e maior eficiência. Todavia, para que essa possibilidade se concretize, uma avaliação de aspectos econômicos, ambientais e sociais deve ser incorporada ao desenvolvimento das novas tecnologias e do próprio processo da Indústria 4.0, a fim de garantir que a sustentabilidade seja levada em consideração. As normas podem apoiar e orientar estas avaliações.



Por outro lado, a Indústria 4.0 pode resultar em desafios à sustentabilidade, em particular à dimensão social, com potenciais impactos significativos no trabalho e na desigualdade.

2.6.1. Impactos da Indústria 4.0 sobre a dimensão social

Com as novas tecnologias, inúmeros sistemas de assistência e soluções de automação estão assumindo ou dando suporte em tarefas que seriam impossíveis ou prejudiciais à saúde se executadas por um ser humano. Além disso, essas tecnologias podem trazer consigo um efeito de redução de carga de trabalho. No entanto, no que diz respeito à carga de trabalho de um indivíduo, os dois extremos – excesso e falta de trabalho – podem resultar em efeitos negativos na saúde.

Desta maneira, as normas são uma das ferramentas importantes para que as novas tecnologias sejam concebidas considerando o trabalho como forma de promoção do indivíduo. A normalização permite que as ocupações profissionais sejam vistas como algo que permite o aprendizado e o desenvolvimento de novas competências, por meio da qualificação contínua e individualizada de funcionários, da transferência da responsabilidade por uma parte do sistema de trabalho e de um *design* ergonômico de interação homem-tecnologia.

Como exemplo, a ISO 6385 Princípios de ergonomia para o projeto de sistemas de trabalho, cuja edição atual é 2016, é a norma básica internacionalmente aceita para sistemas de trabalho. Ela forma a base para o *design* ergonômico da interação entre trabalhadores e equipamento com interfaces de tecnologia humana em uma organização de trabalho. O conteúdo da norma aplica-se a uma ampla variedade de sistemas laborais, como os usados na produção, na prestação de serviços ou no conhecimento.

Contudo, os impactos da Indústria 4.0 poderão ser bastante profundos na dimensão social, para além dos aspectos mencionados.

Por um lado, a crescente sofisticação dos processos produtivos pode ter grandes impactos no sentido de demandar novas competências e especializações e, conseqüentemente, importantes esforços de qualificação e requalificação. Por outro, isto poderá criar postos de trabalho com mais oportunidades de desenvolvimento e progressão. Esta evolução poderá ser bastante abrangente e conter também outras conseqüências sociais, inclusive no que se refere a aspectos relacionados às diferentes gerações de trabalhadores (MEI, 2018).



É possível que os ganhos de produtividade nos processos resultem em perdas de postos de trabalho em uma escala que pode ser difícil compensar em outros setores. Este problema social não é de simples solução (COTEC EUROPA, 2020) e introduz tensões no mercado de trabalho. Desta forma, medidas amplas, que transcendem as empresas, devem ser consideradas para que os benefícios da Indústria 4.0 superem os prejuízos.

Por fim, a dimensão social é afetada por efeitos decorrentes do envelhecimento da população, e da segurança e conforto no ambiente de trabalho, além de outros aspectos (SMART INDUSTRY, 2018)

2.6.2. Impactos da Indústria 4.0 sobre a dimensão ambiental

Diminuição dos resíduos sólidos industriais

A Indústria 4.0 aumenta a produtividade da atividade industrial, reduz as falhas nos equipamentos, promove o uso eficiente de recursos, diminui perdas e retrabalho e, conseqüentemente, gera menos resíduos no processo de fabricação. Por outro lado, a Indústria 4.0 pode potencializar a economia circular. O modelo alemão dá destaque a essa oportunidade (BMW, 2019a).

Com efeito, o reaproveitamento dos resíduos também é uma das práticas recomendadas pela Indústria 4.0, o que beneficia a empresa, com a diminuição dos custos na aquisição de matéria-prima, e a natureza, evitando a geração de lixo industrial.

Economia de energia

A automação dos processos, por meio de robôs autônomos, faz com que estes só consumam energia nos momentos em que necessitam operar. Fábricas inteligentes ligam e desligam equipamentos e luzes de forma automática, economizando energia elétrica e preservando recursos naturais.

Diminuição de matéria-prima

A programação de produção e o uso de sistemas que identificam com precisão as necessidades das fábricas diminuem a quantidade de matéria-prima estocada nos depósitos. Menos transporte de material, menos desperdício.



As novas tecnologias da Indústria 4.0 também trazem consigo algumas novas possibilidades:

- Sensores e dados ambientais (umidade, temperatura, emissões, radiação UV, imagens multiespectrais, etc.): podem investigar os efeitos do meio ambiente em uma produção industrial.
- Simulação ambiental/qualificação do produto: a simulação ambiental é uma ferramenta sistemática de tecnologia e metodologia para coletar e avaliar dados relacionados à funcionalidade e à vida útil dos produtos (engenharia do ciclo de vida), levando em consideração todas as influências ambientais relevantes.

Normas são importantes para garantir que os benefícios ambientais estão sendo absorvidos e os impactos negativos (como, por exemplo, descarte de lixos eletrônicos), tratados.

2.6.3. Impactos da Indústria 4.0 sobre a dimensão econômica

A redução de custos, a otimização da operação, a adoção de novos modelos de negócio, o aumento da produtividade e da qualidade, bem como o consequente aumento da competitividade, contribuem consideravelmente para a sustentabilidade e tornam a Indústria 4.0 uma estratégia apropriada para a promoção do desenvolvimento sustentável.

Os organismos de normalização devem considerar a sustentabilidade como uma abordagem estratégica a ser promovida em conjunto com a normalização para a Indústria 4.0. Uma boa inspiração é a Alemanha, que incorpora sustentabilidade, autonomia e interoperabilidade como os três campos estratégicos para a normalização da sua iniciativa Indústria 4.0.

É importante considerar, desde a concepção das estratégias e para além dos aspectos relacionados com o desenvolvimento tecnológico da Indústria 4.0, a interoperabilidade e a sustentabilidade, além da proteção de dados.



3. A INDÚSTRIA 4.0 NOS SISTEMAS DE NORMALIZAÇÃO INTERNACIONAL, NACIONAIS E REGIONAIS

O Anexo A apresenta a estrutura e funcionamento dos organismos de normalização internacional, regional e nacional.

3.1. ISO e IEC

Os desafios que a Indústria 4.0 apresenta para a normalização não são triviais. O número de campos de atividade em que a normalização é necessária é muito alto. Para promover a normalização de forma ordenada e rigorosa, os organismos internacionais especializados no tema empreenderam um primeiro esforço de compreender o contexto da Indústria 4.0 e analisar as iniciativas de normalização nos diversos domínios e matérias em curso, bem como fazer um exercício de antevisão e antecipação de tendências e necessidades.

O fato de que os processos de normalização tendem a ser bastante compartimentados, funcionando na prática em silos estanques ou quase estanques, acrescenta complexidade ao problema. A necessidade de coordenar e articular as diversas iniciativas de normalização é o principal desafio e a solução para que a visão da Indústria 4.0 se concretize e dê seus frutos da maneira mais ampla possível. A normalização internacional é um dos elementos-chave para tal.

Vários trabalhos de normalização nos domínios e matérias da I4.0 já vinham sendo conduzidos em diversos âmbitos, aumentando a necessidade de coordenação, de articulação, de convergência e de medidas para evitar redundâncias e sobreposições.

Instados pelos seus membros, os organismos internacionais procederam a análises de alto nível e estudos estratégicos para mapear tendências, necessidades e iniciativas em curso. Com este propósito, foram estabelecidos grupos estratégicos específicos.



Assim, em 2014, a ISO e a IEC estabeleceram um grupo estratégico para estudar o tema da normalização da Indústria 4.0 e fazer recomendações. Foi constituído, então, o *ISO/IEC SAG Industry 4.0/Smart Manufacturing*, que apresentou, em 2016, um relatório com dez recomendações, que incluíam:

- Formalizar uma definição de Indústria 4.0/manufatura inteligente
- Formalizar uma cooperação com a IEC e o Setor de Normatização das Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T) nesse campo
- Estabelecer colaboração interna na ISO (entre os diversos *Technical Committee* – TC e outros órgãos técnicos)
- Agir nas lacunas identificadas no que se refere à normalização ISO/IEC.

Como decorrência desse trabalho preparatório, a ISO criou o Comitê de Coordenação de Fabricação Inteligente (*ISO/TMBG/SMCC Smart Manufacturing Coordinating Committee*), que iniciou sua atividade em 2017 como um fórum para compartilhar informações e contrastar normas de manufatura inteligente. Seu objetivo é garantir a coordenação geral entre os comitês técnicos relevantes e servir como um ponto focal para a interação com os órgãos de produção da IEC e da União Internacional de Telecomunicações (UIT). O comitê busca, dessa maneira, facilitar uma abordagem internacional conjunta (ISO, 2020a), coordenar o trabalho de forma interdisciplinar e desenvolver recomendações de implementação, em particular no que diz respeito à geração de uma abordagem internacional comum.

A IEC também constituiu, dentro de seu Conselho de Gestão da Normalização (SMB), o Grupo estratégico *SG 12 - Transformação Digital* com os seguintes objetivos (IEC, 2020a):

- Definir os aspectos da transformação digital que são relevantes para as atividades de IEC e normalização
- Identificar tendências emergentes, tecnologias e práticas necessárias para o desenvolvimento, entrega e uso do trabalho da IEC
- Fornecer uma ligação entre as atividades da IEC e de entidades externas (por exemplo, ISO, ITU, etc.) e o trabalho técnico sob supervisão da IEC
- Fornecer uma plataforma para discussão e colaboração relevantes com participação interna e externa.



Em 2018, a IEC constituiu também o Comitê para Sistemas de Fabricação Inteligente (IEC/SyC SM). Além de coordenar as atividades de normalização no âmbito da IEC, o comitê também identifica lacunas e sobreposições, especialmente no que diz respeito à colaboração entre organizações relevantes e organismos nacionais de normalização (DIN, 2020a). Esse comitê possui, além de 19 membros participantes, 8 membros observadores, dentre eles o Brasil. Detalhes como grupo de trabalhos, escopo e membros pode ser observado no Anexo B.

O IEC/SyC SM está trabalhando intensamente, por meio de diversos encontros virtuais, na norma *ISO/IEC TR 63306-1 ED1 Smart Manufacturing Standards Map (SM2) Part 1: Framework*, publicada em dezembro de 2020 (IEC, 2020d).

A ISO e a IEC também têm unido forças e trabalhado em cooperação há bastante tempo.

O ISO/IEC JTC 1 - Tecnologia da informação possui 3.255 normas publicadas, das quais 492 estão sob responsabilidade direta da ISO/IEC JTC 1. Atualmente estão trabalhando no desenvolvimento de 587 normas, das quais 26 estão sob a responsabilidade direta da ISO/IEC JTC 1 (ISO, 2020b). Esse trabalho tem sido feito por 22 subcomitês e 18 grupos de trabalho, conta com 35 membros participantes e 65 membros observadores e é secretariado pelos Estados Unidos (*American National Standards Institute - ANSI*) (ver Tabela C.3 do Anexo C. Os membros participantes e observadores são listados nas Tabelas C.1 e C.2 do Anexo C.). Convém notar que o Brasil é membro observador do ISO/IEC JTC1 (ISO, 2020c).

No nível operacional, um bom exemplo da cooperação entre a ISO e a IEC é o *Joint Working Group 21 Smart Manufacturing Reference Model (JWG 21)*, estabelecido pelos comitês técnicos ISO/TC 184 - *Automation systems and integration* e IEC/TC 65 - *Industrial-process measurement, control and automation*.

Devido às sobreposições substantivas que existem dentro do trabalho da ISO/TC 184 e IEC/TC 65, os dois órgãos formaram, em julho de 2017, o JWG 21, do qual mais de 70 especialistas de 13 países participam. Os EUA e o Japão lideram conjuntamente o JWG 21. O objetivo é trazer a harmonização dos modelos de referência existentes e desenvolver modelos de referência de manufatura inteligente, especialmente no que diz respeito a aspectos como ciclos de vida e hierarquias técnicas e/ou organizacionais relacionadas aos ativos. Além disso, o JWG 21 está planejando o desenvolvimento de uma arquitetura fundamental para componentes de manufatura inteligente como parte essencial da representação virtual de ativos (componentes Indústria 4.0).



As contribuições dos vários países estão sendo consolidadas, desenvolvidas e publicadas na forma de modelos unificados e consistentes (IEC, 2020c).

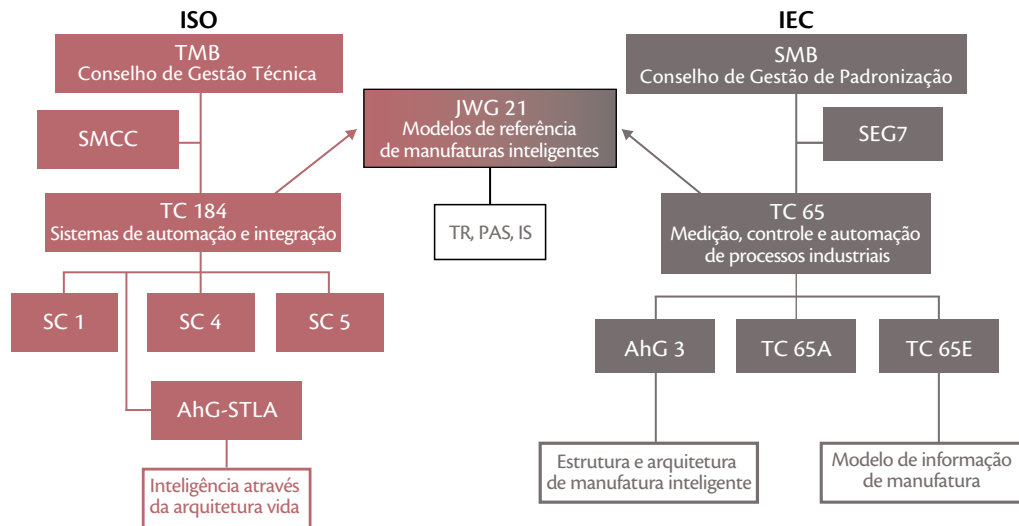


Figura 2 – Estrutura JWG 21 (SWOPE, 2018)

Fonte: Smart Manufacturing using existing standards. Kenneth Swope, 2018.

Além dos comitês estratégicos e dos comitês e grupos de trabalho conjuntos, há uma série de outros comitês técnicos internacionais responsáveis pelo desenvolvimento de normas em áreas específicas relevantes para a Indústria 4.0. Os principais são detalhados no **Anexo D**.

3.2. CEN e CENELEC

Para garantir uma coordenação geral e total das atividades de normalização no nível europeu, o antigo CEN-CENELEC Grupo de Coordenação Manufatura Inteligente foi ampliado, em 2019, para incluir o ETSI¹, criando o CEN-CENELEC-ETSI Grupo de Coordenação Manufatura Inteligente (CEN-CLC-ETSI/SMa-CG) (CEN; CENELEC, 2019a).

¹ CEN: *European Committee for Standardization*
CENELEC: *European Committee for Electrotechnical Standardization*
ETSI: *European Telecommunications Standards Institute*



O SMA-CG faz recomendações sobre as atividades europeias em curso relacionadas com a normalização de manufatura inteligente e como estão a ser tratadas no CEN, no CENELEC e no ETSI. O grupo também sincroniza a posição destas entidades em relação aos outros organismos de normalização. Algumas atividades do SMg-CG² são:

- Aconselhar os comitês do CEN/CENELEC e o Conselho do ETSI sobre as necessidades de normalização em relação à manufatura inteligente e iniciar as ações apropriadas
- Aconselhar os comitês do CEN/CENELEC e o Conselho do ETSI sobre questões políticas relativas à manufatura inteligente
- Sincronizar as várias atividades de normalização entre CEN, CENELEC, ETSI e outros organismos de normalização
- Desenvolver formas e meios para melhorar a visibilidade e o reconhecimento do CEN, do CENELEC e do ETSI na digitalização da indústria
- Assegurar que as questões de normas de manufatura inteligente sejam tratadas de forma coerente e coordenada, especialmente pelos grupos relevantes, com consideração simultânea sobre o trabalho técnico internacional na ISO e IEC e fornecer recomendações aos comitês do CEN/CENELEC e ao Conselho do ETSI
- No que diz respeito às atividades de normalização internacional, monitorar o progresso das atividades de normalização relevantes na ISO e na IEC e assegurar a coordenação entre as atividades europeias e as de nível internacional
- No que diz respeito às atividades de normalização europeia, assegurar a ligação com iniciativas relevantes e organismos de normalização interessados.

O SMA-CG não desenvolve normas, mas pode produzir material de informação destinado ao domínio público após a aprovação dos comitês do CEN-CENELEC e do Conselho do ETSI. O Anexo E apresenta a lista de comitês e grupos relevantes para o SMA-CG³.

Além do SMA-CG, há outros grupos de coordenação do CEN-CENELEC com o ETSI. Um bom exemplo é o Grupo de Coordenação sobre Cibersegurança. (CEN; CENELEC, 2020a)

² *Proposal for a CEN-CENELEC-ETSI Coordination Group on Smart Manufacturing and call for secretariat. Simultaneous circulation to CEN and CENELEC TECHNICAL BOARDS. Draft BT C055/2019*

³ *Proposal for a CEN-CENELEC-ETSI Coordination Group on Smart Manufacturing and call for secretariat. Simultaneous circulation to CEN and CENELEC TECHNICAL BOARDS. Draft BT C055/2019*



No âmbito estratégico e a exemplo dos organismos internacionais de normalização, os conselhos gestores do CEN e do CENELEC estabeleceram, em junho de 2019, o grupo consultivo *Digital Information Technology Strategy* (DITSAG). O DITSAG fornece orientação de nível executivo para os Conselhos de Administração do CEN e do CENELEC em questões relacionadas à transformação digital e à tecnologia da informação, apoiando a estratégia geral de ambas organizações. Além disso, o DITSAG fornece mais visibilidade sobre o andamento dos projetos existentes para membros e partes interessadas. O DITSAG é composto pelo CEO do CEN e CENELEC, bem como executivos de Tecnologia da Informação (TI) e dos processos de normalização das duas entidades. Algumas das atividades do DITSAG (BRIARD, 2019; CEN; CENELEC, 2019b) são:

- Monitorar o andamento dos projetos relacionados à transformação digital do CEN-CENELEC
- Identificar prioridades
- Mapear grupos na ISO, na IEC, no CEN e no CENELEC trabalhando com transformação digital
- Desenvolver o mapa das atividades de normalização
- Apoiar as trocas de informações entre vários grupos
- Traduzir a Estratégia CEN-CENELEC 2030 (em construção) (CEN; CENELEC, 2020b) em projetos concretos

O plano de trabalho 2020 (CEN; CENELEC, 2020c) do CEN-CENELEC tem como um dos destaques estratégicos a transformação digital. O plano parte da visão de que, em um mercado global em constante evolução, a normalização deve tornar-se mais flexível e ágil para enfrentar os desafios da transformação digital da indústria; e também da visão de que uma estreita colaboração com os seus homólogos internacionais (ISO e IEC) é essencial para oferecer uma interface de usuário única para seus especialistas e garantir a interoperabilidade nos níveis internacional, regional e nacional. O CEN e o CENELEC trabalha, atualmente em três projetos de transformação digital em conjunto com ISO/IEC:

3.2.1. Normalização on-line

Criação de um ambiente moderno, consistente e integrado para o trabalho de normalização. Neste contexto, o CEN e o CENELEC participam, no mesmo nível da ISO/IEC, no desenvolvimento de ferramentas colaborativas, tais como autoria on-line e conferência web. Em 2020, foram realizados pilotos com alguns comitês. Em paralelo ao piloto, o projeto se concentrará na avaliação do



impacto da normalização on-line na linha de produção, no processo de tradução e na avaliação de consultores do CEN e CENELEC. Para a ferramenta de colaboração, o CEN seguirá a decisão da ISO no uso de plataforma de *eCommittees*.

3.2.2. Normas do futuro

Explora como adaptar o processo de normalização e governança para fornecer com segurança normas interpretáveis por máquina. Dois projetos-piloto, geridos em paralelo entre o CEN e a ISO/TC 67/SC3, estão atualmente em execução nas áreas de construção e petróleo. O objetivo destes projetos é trabalhar com as normas existentes e focar nos requisitos de reestruturação de XML a fim de torná-los interpretáveis por máquinas. O conteúdo digital da força-tarefa fará a ligação com o grupo de trabalho encarregado de analisar os modelos de financiamento dos organismos de normalização com o **Projeto 1 - Normalização On-line** a fim de trocar informações e considerar as recomendações de cada um. A mesma força-tarefa também continuará seu trabalho nas versões em inglês das normas CEN estruturadas em XML e fornecerá seu feedback sobre o conteúdo XML disponível. Em relação ao XML, ISO, IEC, CEN e CENELEC procuram trabalhar juntos em regras harmonizadas para o uso do *National Information Standards Organization Standards Tag Suite* (NISO STS), um padrão para a codificação XML de documentos de normas essencial para a exploração do conteúdo digital por organismos nacionais de normalização.

3.2.3. Inovação de código aberto

Busca vincular normalização e código aberto, estabelecendo relacionamentos com comunidades e adotando uma metodologia para integrar atividades de código aberto e seus resultados na normalização.

O Grupo Consultivo Estratégico em Tecnologia Digital e de Informação (DITSAG) fornecerá orientação estratégica e recomendações aos conselhos do CEN-CENELEC sobre as prioridades estratégicas de TI, espelhando os grupos correspondentes estabelecidos na ISO e na IEC ao nível dos seus conselhos superiores: ISO ITSAG e IEC ITAG.

O plano de trabalho 2020 também conta com ações nos temas segurança cibernética e proteção de dados; tecnologias *Blockchain e Distributed Ledger*; *data centers* verdes; e temas específicos para manufatura avançada. No caso deste último, destacam-se os seguintes comitês que continuarão



a trabalhar em estreita cooperação com a ISO e IEC para desenvolver normas europeias que apoiem a transformação digital da indústria europeia:

3.2.4. CEN/TC 310 - Tecnologias de automação avançada e suas aplicações

Trabalha desde 1990 para assegurar a disponibilidade das normas de que a indústria europeia precisa para integrar e operar os vários recursos físicos, eletrônicos, de *software* e humanos necessários ao fabrico automatizado. Trabalha em estreita colaboração com a ISO/TC 184 e outros comitês para alcançar normas internacionais, a fim de atender às necessidades e oportunidades do mercado global, bem como estabelecer estratégias europeias comuns. Possuem seis normas já publicadas e estão trabalhando atualmente em duas normas que tratam de requisitos de segurança para sistemas de robô.

3.2.5. CEN/TC 438 - Additive Manufacturing (Manufatura aditiva) (CEN, 2020a)

Trabalha desde 2015 para padronizar o processo de *Additive Manufacturing* (AM), suas cadeias de processos (*hardware* e *software*), procedimentos de teste, questões ambientais, parâmetros de qualidade, contratos de fornecimento, fundamentos e vocabulários. O CEN/TC 438 trabalha em estreita colaboração com ISO/TC 461 e com o ASTM F42. Possuem 13 normas já publicadas e estão trabalhando atualmente em 31 normas. O CEN/TC 438 desenvolverá novos projetos relacionados à aeronáutica, medicina, manufatura 3D e proteção de dados.

3.2.6. CLC/TC 65X - Medição, controle e automação de processos industriais (CENELEC, 2021)

Com o secretariado exercido pela Alemanha, tem como objetivos contribuir, apoiar e coordenar a elaboração de normas internacionais para sistemas e elementos de medição, controle e automação de processos industriais no âmbito do CENELEC. Também visa a coordenar as atividades de normalização que afetam a integração de componentes e funções em tais sistemas, incluindo aspectos de proteção e segurança. Este trabalho de normalização do CENELEC é executado e coordenado de perto com o IEC/TC65 e seus subcomitês, a fim de evitar qualquer duplicação de trabalho e, ao mesmo tempo, honrar os acordos permanentes entre o CENELEC e a IEC. Possui três grupos de trabalho:



- WG 01 IRWC - Requisitos industriais para comunicação sem fio
- WG 02 *Smart Manufacturing*
- WG 03 *Cyber Security*

Este comitê possui 453 normas publicadas e trabalha atualmente na construção de 59 normas. O plano de trabalho destaca também a revisão da série EN ISO 10218 Robôs e dispositivos robóticos - requisitos de segurança para robôs industriais; EN ISO / ASTM 52950 Manufatura aditiva - princípios gerais - visão geral do processamento de dados; e a série EN IEC 61158 sobre Redes de comunicação industrial.

3.3. ABNT

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) está organizando suas atividades no tema da Indústria 4.0. Atualmente, realiza um levantamento interno com seus comitês e comissões de estudo para identificar, neste complexo tema, trabalhos que já vêm sendo conduzidos e demandas de novos trabalhos. Além disso, a ABNT está fazendo um estudo do estado-da-arte da normalização internacional no contexto da Indústria 4.0. Foram identificados quatro comitês que já estão atuando no tema. São eles:

Tabela 1 – Comitês da ABNT com atuação no tema Indústria 4.0

Comitê	Âmbito de atuação	Normas no contexto da Indústria 4.0	
		Publicadas	Em desenvolvimento
ABNT/CB-3	Eletricidade	1	0
ABNT/CB-26	Odonto-Médico-Hospitalar	7	0
ABNT/CEE-199	Comissão de Estudo Especial de Sistemas Integrados para Robôs Industriais	2	0
ABNT/CEE-261	Manufatura Aditiva	4	4

Fonte: Elaboração própria.

⁴ Estado da arte da Normalização Nacional e Internacional no contexto da Indústria 4.0. ABNT, 2019. Documento interno, Diretoria Técnica. Versão 4.



Entre as normas que estão sendo desenvolvidas pela ABNT/CEE-261, três são no âmbito da ISO/ASTM e uma norma é brasileira, a ABNT NBR 16798 - Terminologia padrão para manufatura aditiva — Sistemas de coordenadas e metodologias de ensaio.

Foram identificados também quais comitês técnicos brasileiros possuem potencial atuação no contexto Indústria 4.0:

- ABNT/CB-02 – Construção Civil
- ABNT/CB-04 – Máquinas e Equipamentos Mecânicos
- ABNT/CB-05 – Automotivo
- ABNT/CB-08 – Aeronáutica e Espaço
- ABNT/CB-17 – Têxteis e Vestuário
- ABNT/CB-21 – Computadores e Processamento de Dados
- ABNT/ONS-34 – Petróleo
- ABNT/CB-48 – Máquinas Rodoviárias
- ABNT/CB-50 – Materiais, Equipamentos e Estruturas Oceânicas para Indústria de Petróleo e Gás Natural
- ABNT/CEE-078 – Informática em Saúde
- ABNT/CEE-121 – Sistema APM (*Automated People Mover*)
- ABNT/CEE-127 – Sistemas Inteligentes de Transporte
- ABNT/CB-203 – Tratores, Máquinas Agrícolas e Florestais
- ABNT/CEE-307 – *Blockchain* e Tecnologias de Registro Distribuídas

A ABNT é participante da Câmara Brasileira da Indústria 4.0, integrando o Grupo de Trabalho de Normas e Regulamentação.



4. INICIATIVAS INTERNACIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0

Muitos países estão a desenvolver iniciativas nacionais para a Indústria 4.0. Há, naturalmente, uma grande variedade de abrangência, densidade e intensidade. Para o propósito deste estudo, escolheram-se algumas que possibilitassem compreender o papel e os desafios relacionados à normalização como parte dessas iniciativas, de maneira a colher subsídios e inspiração para a concepção da iniciativa brasileira. Assim, a escolha dos países, conquanto arbitrária, buscou analisar os casos mais representativos e emblemáticos, bem como aqueles que teriam uma proximidade potencialmente maior com o Brasil, para além de um olhar ao que se passa na América Latina.

Na seleção, incluem-se necessariamente os casos emblemáticos da Alemanha e dos Estados Unidos.

Para compreender melhor a posição relativa de cada país em direção à almejada Indústria 4.0, vale a pena apresentar a colocação de alguns países em relação ao Índice de Prontidão para o Futuro. Trata-se de um indicador analisado pelo Fórum Econômico Mundial que avalia o posicionamento de um país em relação à dinâmica da Indústria 4.0. O indicador avalia diversos fatores relacionados, por um lado, à estrutura da produção (complexidade e escala) e, por outro, aos *drivers* – fatores impulsionadores da produção (tecnologia e inovação, capital humano, investimento e comércio global, estrutura institucional, recursos sustentáveis e ambiente da demanda).

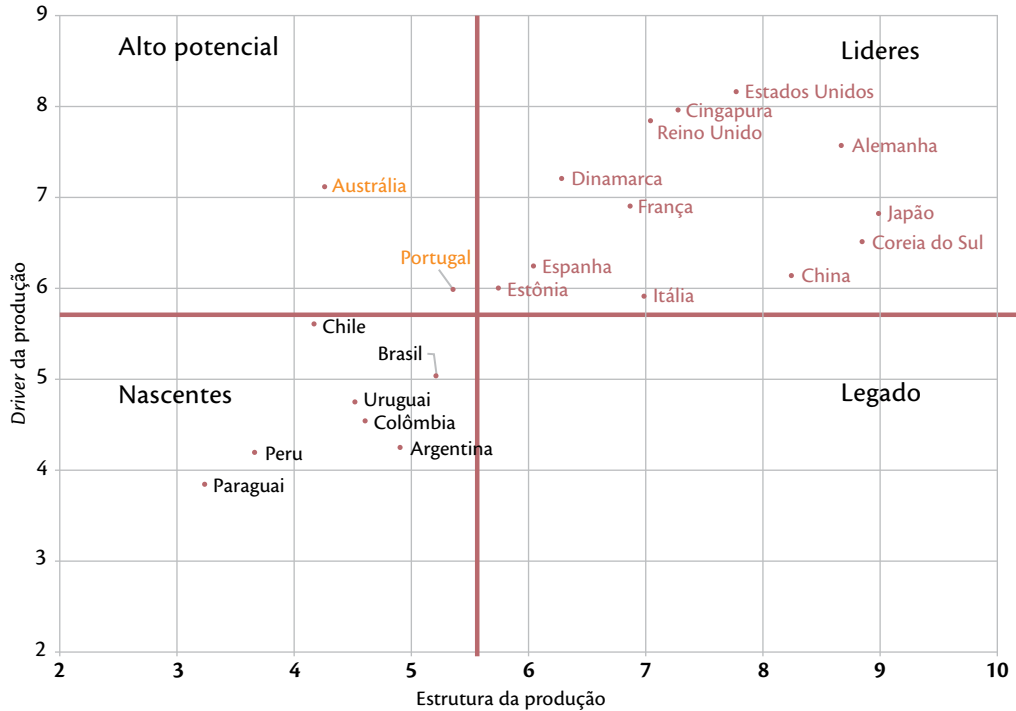


Figura 3 – Prontidão para o Futuro da produção (*Future Readiness Index*, Fórum Económico Mundial, 2018. Países selecionados

Fonte: Elaboração própria, a partir do relatório *Readiness for the Future of Production Report 2018* (WEF, 2018).

4.1. Alemanha

4.1.1. Aspectos institucionais

Desde 2006, o governo da Alemanha tem buscado uma estratégia de alta tecnologia com o objetivo de garantir a forte posição competitiva do país por meio da inovação tecnológica. A *Industrie 4.0* é uma iniciativa estratégica do governo alemão que foi adotada em novembro de 2011 pelo *Communication Promoters Group* da *Industry-Science Research Alliance (FU)* como parte do plano de ação *High-Tech Strategy 2020*. A iniciativa concentra-se em cinco áreas prioritárias: clima/energia, saúde/alimentação, mobilidade, segurança e comunicação. Suas recomendações de implementação inicial foram formuladas pelo grupo de trabalho *Industrie 4.0* entre janeiro e



outubro de 2012, sob a coordenação da Academia Nacional de Ciências e Engenharia (Acatech). As recomendações foram apresentadas como um relatório ao governo alemão no fórum de implementação da *Industry-Science Research Alliance* em outubro de 2012 (ACATECH, 2012).

A estratégia gira em torno de uma série de iniciativas estratégicas por meio das quais a *Industry-Science Research Alliance* identificou ações de desenvolvimento científico e tecnológico em um período de 10 a 15 anos. As iniciativas formularam estratégias de inovação concretas e roteiros de implementação projetados para tornar a Alemanha líder no fornecimento de soluções para o desafio da Indústria 4.0. Este relatório apresentou e ampliou as recomendações apresentadas pelo grupo de trabalho da Indústria 4.0 em outubro de 2012 e forneceu uma base para o trabalho da Plataforma da Indústria 4.0, que teve início em abril de 2013.

O relatório *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0* (ACATECH, 2013), da Academia Alemã de Ciência e Engenharia (ACATECH), lançado em 2013, estabelece uma estratégia dupla para a Indústria 4.0 na Alemanha:

- Defensiva - competitividade: melhorar a competitividade da indústria alemã como um todo
- Agressiva - desenvolver novos mercados: ampliar a competência das empresas alemãs em sistemas de automação embarcados e na criação de novos equipamentos, para que possam vender esses serviços e produtos globalmente, facilitando um movimento global para a Indústria 4.0 nos moldes da indústria alemã em outros países.

O grupo de trabalho *Industrie 4.0* identificou áreas prioritárias nas quais há uma necessidade de políticas industriais e decisões comerciais concretas a serem tomadas. Foram feitas recomendações para cada uma delas:

- **Normalização e arquitetura de referência**

A *Industrie 4.0* envolve trabalho em rede e integração de várias empresas diferentes por meio de redes de valor. Esta parceria colaborativa só é possível se um único conjunto de normas comuns forem desenvolvidas. Então, é necessária a construção de uma arquitetura de referência para fornecer uma descrição técnica dessas normas e facilitar sua implementação.



- **Gestão de sistemas complexos**

Produtos e sistemas de manufatura se tornarão cada vez mais complexos. Planejamento apropriado e modelos explicativos podem fornecer uma base para gerenciar essa complexidade crescente. Os engenheiros devem, portanto, estar equipados com os métodos e ferramentas necessários para desenvolver tais modelos.

- **Infraestrutura de banda larga com capacidade de atender as demandas da indústria**

Redes de comunicação confiáveis, abrangentes e de alta qualidade são um requisito fundamental para a Indústria 4.0. A infraestrutura de internet de banda larga, portanto, precisa ser expandida em grande escala, tanto na Alemanha quanto em seus países parceiros.

- **Proteção e segurança**

A proteção e a segurança são críticas para o sucesso dos sistemas de manufatura inteligente. É importante garantir que as fábricas e os próprios produtos não representem um perigo para as pessoas ou para o meio ambiente. Ao mesmo tempo, as fábricas e os produtos e, em particular, os dados e informações que eles contêm, precisam ser protegidos contra o uso indevido e o acesso não autorizado. Isso exigirá, por exemplo, a implantação de identificadores exclusivos e de arquiteturas integradas de proteção e segurança; além da melhoria do conteúdo de treinamento e desenvolvimento profissional contínuo.

- **Organização do trabalho**

Nas fábricas inteligentes, o papel dos funcionários mudará significativamente. O controle cada vez mais orientado em tempo real transformará o conteúdo, os processos e o ambiente de trabalho.

A implementação de uma abordagem sociotécnica para a organização do trabalho oferecerá aos trabalhadores a oportunidade de desfrutar de maior responsabilidade e melhorar seu desenvolvimento pessoal. Para que isso seja possível, será necessário lançar projetos de referência e implantar medidas de desenho de trabalho participativo e de aprendizagem ao longo da vida.



- **Treinamento e desenvolvimento profissional contínuo**

A Indústria 4.0 transforma radicalmente os perfis de trabalho e as competências dos trabalhadores. Portanto, é necessário implementar estratégias de formação adequadas e organizar o trabalho de forma a fomentar a aprendizagem, permitindo a aquisição de conhecimento externa e interna, no local de trabalho. Para isso, projetos-modelo e redes de melhores práticas devem ser promovidos e técnicas de aprendizagem digital, investigadas.

- **Estrutura regulatória**

Embora os novos processos de fabricação e as redes de negócios horizontais encontrados na Indústria 4.0 precisem cumprir a lei, a legislação existente também precisará ser adaptada para levar em conta as inovações. Os desafios incluem a proteção de dados corporativos, questões de responsabilidade, tratamento de dados pessoais e restrições comerciais. Isso exigirá não apenas legislação, mas também outros tipos de ação em nome das empresas. Existe uma ampla gama de instrumentos adequados, incluindo diretrizes, modelos de contratos e acordos de empresas ou iniciativas de autorregulação, como auditorias.

- **Eficiência dos recursos**

Além dos altos custos, o consumo da indústria de manufatura de grandes quantidades de matérias-primas e energia também representa uma série de ameaças ao meio ambiente e à segurança do abastecimento. A Indústria 4.0 pode entregar ganhos em produtividade e eficiência de recursos, mas, para isso, será necessário calcular os *trade-offs* entre os recursos adicionais que precisarão ser investidos em fábricas inteligentes e a economia potencial gerada.

4.1.2. Estrutura

Para a implementação da iniciativa *Industrie 4.0*, foi estabelecida a plataforma *Industrie 4.0* com um secretariado mantido conjuntamente pelas associações profissionais de tecnologia BITKOM, VDMA - Associação Alemã de Fabricantes de Máquinas e Instalações Industriais, e ZVEI - Empresa voltada à indústria elétrica. Essa plataforma foi constituída a fim de moldar e avançar no processo de implementação da iniciativa Indústria 4.0 e garantir uma abordagem intersetorial coordenada.



- **Comitê Diretivo**

Liderado pela indústria, é o órgão central de coordenação e gestão da plataforma. É responsável por definir o rumo estratégico, nomear grupos de trabalho e orientar o trabalho.

- **Comitê Consultivo Científico**

É responsável por apoiar o Comitê Diretivo. Inclui membros das indústrias de manufatura, TI e automação, bem como uma série de outras disciplinas.

- **Grupos de Trabalho**

Respondem ao Comitê Diretivo, mas são livres para determinar sua própria estrutura. Estão abertos a todas as partes interessadas.

- **Conselho de Administração**

Fornecer contribuições em relação à estratégia e apoiar as atividades políticas da plataforma. Quando necessário, representa a plataforma perante os legisladores, a mídia e o público.

- **Secretariado**

É composto por membros das três associações profissionais e fornece ao Comitê Diretivo apoio organizacional e administrativo. Trata de transferência de conhecimento, relações internas e relações com iniciativas semelhantes. É também responsável pelas atividades de mídia e relações públicas.

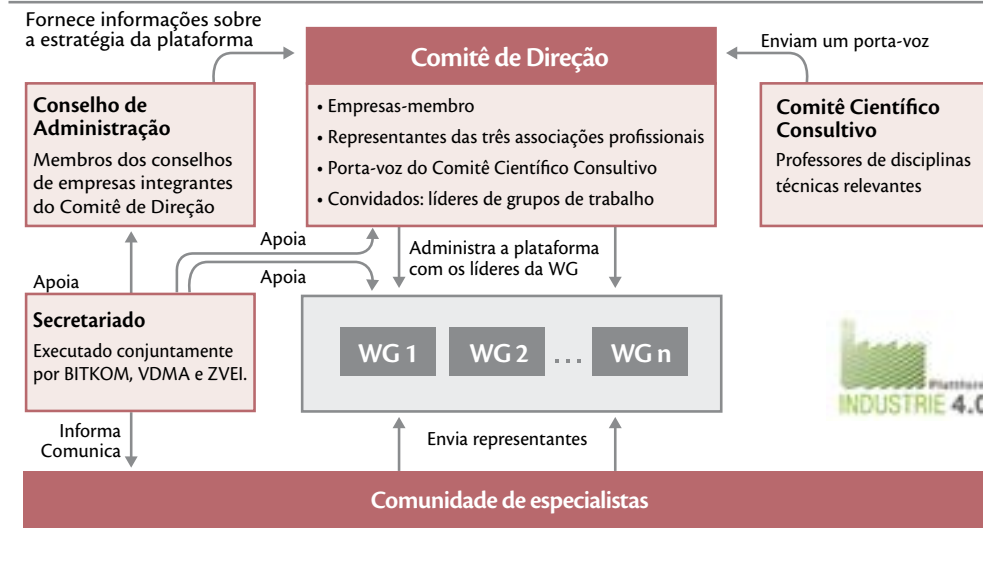


Figura 4 – Estrutura JWG 21

Fonte: *Smart Manufacturing using existing standards*. Kenneth Swope, 2018.

4.1.3. Normalização

A normalização é vista como um aspecto fundamental do conceito *Indústria 4.0*, como mencionado, sendo a primeira das áreas prioritárias relacionadas.

Roadmap da normalização

O instrumento-chave para a normalização é o *Roadmap* de Normalização Alemão da Indústria 4.0, continuamente desenvolvido e publicado pelo *Standardization Council Industry 4.0*, em conjunto com o DIN e DKE⁵, e que está atualmente na sua quarta versão. Este roadmap é um dos principais meios de comunicação para a Indústria 4.0, pois permite o intercâmbio nacional e internacional de informações entre organismos de normalização, indústria, associações, instituições de pesquisa e governo. É um guia que mostra o caminho de normalização para indivíduos e organizações que atuam em vários setores da tecnologia, apresentando os resultados dos trabalhos e discussões atuais, bem como uma visão estratégica das normas e especificações relevantes para a Indústria 4.0.

⁵ DIN e DKE são os organismos alemães de normalização. No âmbito da estratégia de normalização alemã, ambas organizações possuem reconhecimento da ISO e IEC e fortalecem estas duas instituições internacionais.



Desde a primeira publicação, há seis anos, DIN e DKE ofereceram recomendações importantes para ação em nível nacional, como projetos de normalização, que foram subsequentemente implementados em nível internacional.

A Missão 2030 da Plataforma Industrie 4.0 formula uma abordagem holística para o *design* de ecossistemas digitais e realinha o desenvolvimento da Indústria 4.0, em que três campos estratégicos centrais de ação são decisivos: autonomia, interoperabilidade e sustentabilidade. O *Standardization Council Industrie 4.0* (SCI 4.0) adotou essa ideia e se propôs a promover a combinação dessas abordagens junto com DIN e DKE, formulando recomendações para normalização.

Na quarta versão do *roadmap*, publicada em 2020, um dos focos é a interoperabilidade e como alcançá-la. O guia também lida, pela primeira vez, com o uso de inteligência artificial (IA) em aplicações industriais (DIN, 2020b).

Este documento identifica as necessidades de normalização em pontos centrais para o sucesso da Indústria 4.0 na Alemanha. São eles:

- Modelos de arquitetura de referência
- Casos de uso
- Sistemas e suas propriedades
- Interoperabilidade
- Integração
- Comunicação
- Trabalho humano

Foram identificadas também as necessidades de normalização em pontos transversais. São eles:

- Código aberto
- Segurança industrial
- Proteção de dados/privacidade



- Confiabilidade das redes de valor agregado
- Segurança funcional

Além dos tópicos centrais e transversais, foi dado destaque para as necessidades de normalização no âmbito da inteligência artificial em aplicações industriais.

O *roadmap* atualiza o *status* e o progresso de cada um dos 13 temas mencionados anteriormente desde a publicação da versão anterior, além de relatar os desenvolvimentos atuais e fazer recomendações de ações e aplicações.

Os comitês nacionais de normalização da Alemanha no âmbito da Indústria 4.0, bem como os comitês europeus e internacionais de que a Alemanha participa, estão listados no **Anexo G**.

A Alemanha possui também um papel ativo na normalização regional e internacional, fazendo coordenação e secretaria de vários comitês e grupos de trabalho internacionais e europeus (Anexo G).

O *roadmap* também foca na implementação de processos e instrumentos eficientes para prevenir atrasos no processo de normalização. Em certas áreas, o processo de normalização padrão requer um tempo (de quatro a cinco anos) que, por si só, já pode atrasar o progresso de uma nova tecnologia. Mercados dinâmicos, como Indústria 4.0 ou Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), requerem formas de publicação que possam ser desenvolvidas e disponibilizadas ao público em geral em um curto período. Por esta razão, já estão sendo feitas tentativas para neutralizar o atraso por meio do uso de regras, diretrizes e especificações. Em última análise, no entanto, essas formas de publicação também exigem uma certa consistência e coordenação de seu conteúdo, a fim de ajudar a preparar o trabalho de normas nacionais de forma consolidada. Esta possibilidade é oferecida pelas seguintes formas de publicação, que auxiliam na preparação do trabalho de normalização nacional:

- DIN SPEC (DIN, 2020c)
- VDE Guia de aplicação (DKE, 2020a)
- VDI Diretrizes (VDI, 2020)
- VDMA Especificações (VDMA, 2020)



A Alemanha possui uma estrutura de reação rápida, que consiste no desenvolvimento e na concepção de novas tecnologias e modelos de negócios, bem como na implementação por meio de testes e normalização.

Outro aspecto importante da estratégia de normalização em relação à Indústria 4.0 é a disseminação e a promoção da visão alemã nos níveis regional, internacional e em países terceiros. Para isso, a *Industrie 4.0* procura estabelecer iniciativas de cooperação com outros países, a fim de promover o consenso e a adoção das propostas e visões alemãs. Exemplos são as cooperações com a Austrália (SAI, 2017), com o Japão e a cooperação trilateral com França e Itália (SZIGETI; TAILHADES; BRIANT, 2018).

Standardization Council Industrie 4.0

Juntamente às associações industriais BITKOM, VDMA e ZVEI, DIN e DKE fundaram o *Standardization Council Industrie 4.0* (SCI 4.0, 2020). O SCI 4.0 é responsável por orquestrar as atividades de normalização e, nessa função, atua como um ponto de contato para todos os assuntos relacionados ao tema no contexto da Indústria 4.0. Em colaboração com a *Plattform Industrie 4.0*, o SCI 4.0 reúne as partes interessadas alemãs e representa seus interesses em organismos e consórcios internacionais. O SCI 4.0 também apoia o conceito de testes práticos em centros de testes, iniciando e realizando novos projetos de normalização que atendam às necessidades identificadas.

O painel de especialistas da SCI 4.0 também é responsável pela criação e publicação do Roteiro de Normalização para a Indústria 4.0. O *roadmap* é continuamente atualizado (DIN, 2020b).

4.1.4. *Plattform Industrie 4.0*

A *Plattform Industrie 4.0* foi criada em 2013 pelas três associações industriais BITKOM, VDMA e ZVEI e atualmente está sob a liderança do Ministério Federal de Economia e Energia (BMWi) e do Ministério Federal de Educação e Pesquisa (BMBF). A plataforma reúne representantes do setor empresarial, do setor científico e de sindicatos, além de políticos e grupos de consumidores, a fim de trabalhar para alcançar um futuro compartilhado para a Alemanha como um local industrial. Em termos de assunto, centra-se nos campos da investigação, inovação, segurança dos sistemas em rede, quadros jurídicos, trabalho, educação e formação contínua. Tudo isso além da normalização. A DIN está envolvida nesses grupos de trabalho e está apoiando a *Plattform Industrie 4.0* na aplicação de seus resultados ao processo de normalização, especialmente em nível internacional.



4.1.5. Labs Network Industrie 4.0

O *Labs Network Industrie 4.0* (LNI 4.0) foi constituído por empresas da *Plattform Industrie 4.0*, em conjunto com BITKOM, VDMA e ZVEI. Nos centros de teste, novas tecnologias, modelos de negócios e casos de uso na Indústria 4.0 podem ser testados e sua viabilidade técnica e econômica, examinada antes de serem lançados no mercado. Isso significa que o LNI 4.0 oferece um laboratório ideal e um ambiente experimental, particularmente para pequenas e médias empresas. Graças à estreita colaboração com o SCI 4.0 e DIN, as novas soluções da Indústria 4.0 e os padrões e regras técnicas nas quais se baseiam podem ser testados. Por sua vez, os resultados fluem diretamente para o desenvolvimento de normas e regras técnicas, nacional e internacionalmente. A interação das três organizações (*Plattform Industrie 4.0*, SCI 4.0 e LNI 4.0) forma uma estrutura de estratégia, concepção, teste e normalização de reação rápida e entrelaçada. A colaboração entre os parceiros nos diversos centros de teste permite gerar requisitos relevantes para o mercado. Os resultados validados são então incorporados diretamente ao processo de normalização via SCI 4.0. As descobertas e conceitos definidos pela *Plattform Industrie 4.0* também são observados e levados em consideração para a normalização internacional de uma maneira adequada e focada via SCI 4.0.

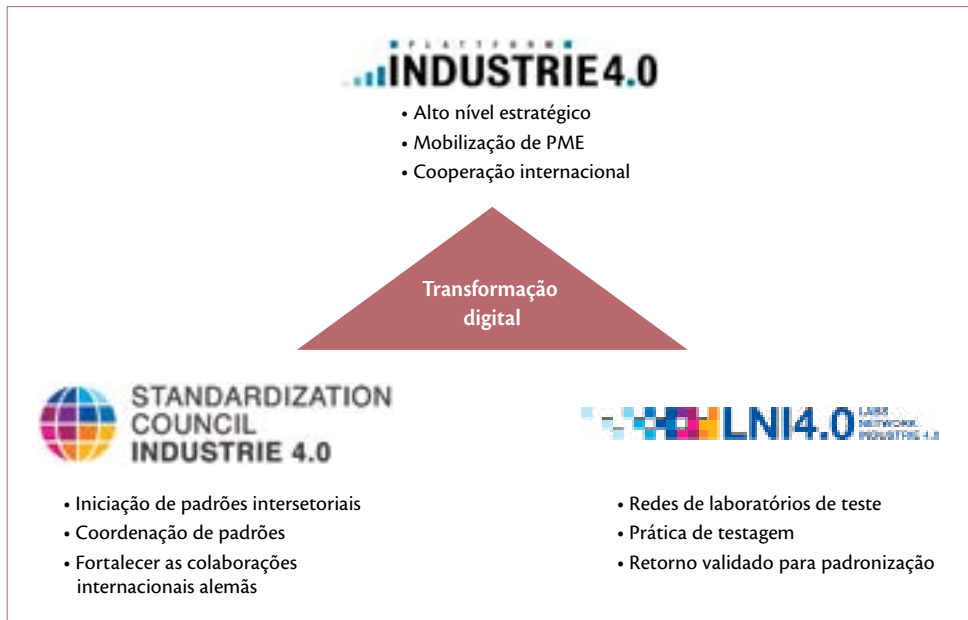


Figura 5 – Estrutura (DIN, 2020a)

Fonte: *Moving forward together: Industry 4.0 working groups*. DIN.



4.1.6. Principais resultados da Iniciativa indústria 4.0

Standardization Council Industrie 4.0 (SCI 4.0, 2020): responsável pela proposição de normas intersetoriais, pela coordenação da participação no desenvolvimento de normas nacionais e internacionais e pelo fortalecimento da cooperação internacional.

Plattform Industrie 4.0 (BMW, 2019b): rede de partes interessadas que desenvolve recomendações e direções estratégicas e cooperação internacional. A plataforma possui seis grupos de trabalho:

- Grupo de Trabalho 1: Arquiteturas de referência, normas e especificações
- Grupo de Trabalho 2: Cenários de tecnologia e aplicação
- Grupo de Trabalho 4: Quadro legal
- Grupo de Trabalho 3: Segurança de sistemas em rede
- Grupo de Trabalho 5: Trabalho e treinamento
- Grupo de Trabalho 6: Modelos de Negócios Digitais na Indústria 4.0

Labs Network Industrie 4.0 (LNI4.0, 2016): rede de laboratórios de teste prático. Fornece *feedback* validado de resultados para normalização.

GAIA - X: pensando em autonomia e interoperabilidade, a *Plattform Industrie 4.0* criou uma base importante em uma rede internacional: o projeto GAIA-X, uma infraestrutura de dados aberta e distribuída para a Europa (BMW, 2020a).

iDIS: iniciativa fundada no início de 2020, promove a digitalização da normalização agregando tópicos de TI e transformação dentro dos organismos de normalização. Além de identificar atividades relevantes, pretende apoiar, desenvolver e iniciar projetos que possam contribuir para a digitalização da normalização (DKE, 2020b).

5G ACIA: Aliança para Indústrias Conectadas e Automação (5GACIA, 2020)

RAMI 4.0: modelo de arquitetura de referência para a Indústria 4.0. Este modelo foi introduzido com sucesso no cenário de normas internacionais e foi publicado como IEC PAS 63088 (IEC, 2017).



Administration shell (BMWi, 2020b): definição de estruturas adequadas para a troca padronizada de dados e seus significados definidos, que é a chamada de interoperabilidade semântica. O modelo descreve os requisitos para a comunicação compatível com a Indústria 4.0 entre os componentes individuais de *hardware* e *software* em produção. O conceito foi pré-acordado com parceiros da França, da Itália e da China, entre outros, sob a coordenação do SCl 4.0 e com o objetivo de avançar para uma normalização internacional do modelo. O roteiro para tornar o modelo alemão uma norma internacional foi definido com a adoção da proposta de norma IEC 63278-1 ED1 “*Asset administration shell for industrial applications – Part 1: Administration shell structure*” dentro do IEC / TC 65 (IEC, 2020C). O trabalho no projeto de norma começou em fevereiro de 2020.

Projeto de financiamento GoGlobal Industrie 4.0: o Ministério Federal Alemão para Assuntos Econômicos e Energia (BMWi) tem apoiado a harmonização global dos conceitos nacionais da Indústria 4.0 por meio do SCl 4.0 desde dezembro de 2017. Em geral, os países cooperantes estão ativamente representados nas organizações internacionais de normalização, de modo que a cooperação oportuna e consensual desempenha um papel significativo na consecução do objetivo desejado. Na perspectiva alemã, a harmonização dos conceitos por meio dos canais bi e trilaterais é essencial para sincronizar este trabalho com os organismos internacionais de normalização relevantes. Mais especificamente, canais de cooperação bilateral com China, Japão, Coreia do Sul e EUA foram abertos e estão ativamente envolvidos no processo de harmonização. No contexto europeu, consolidou-se uma cooperação trilateral com França e Itália, que também atende à comunidade mais ampla da Indústria 4.0 europeia e abre o caminho para um caminho europeu comum. As respectivas cooperações em nível internacional dirigem-se aos comitês ISO e IEC relevantes e, por sua vez, requerem muita cooperação e transparência na concepção de processos e resultados conjuntos. Esta abordagem está alinhada com a estratégia de internacionalização da Plataforma Indústria 4.0. O *Roadmap* de Normalização Indústria 4.0 define recomendações para o trabalho de normas, que são coordenadas para implementação de grupos de trabalho relevantes no DIN e DKE.

A Alemanha tem apoiado e promovido fortemente o estabelecimento do Comitê da IEC Manufatura Inteligente (IEC SyC SM) e o grupo de trabalho IEC/TC65/WG 24, no qual futuramente serão introduzidos os aspectos relativos à *administration shell*.

Nos níveis executivo e gerencial, a normalização é usada como uma ferramenta estratégica para alcançar as metas da empresa e a participação em comitês de normalização é promovida



e recomendada. O programa de financiamento de tecnologia WIPANO - Transferência de Conhecimento e Tecnologia através de Patentes e Normas, do Ministério Federal da Economia e Energia (BMWí), possui elementos específicos para apoiar pequenas e médias empresas e financia a participação na normalização e patentes, a fim de alcançar e facilitar a participação de PME.

DIN e DKE lançaram um programa em 2016 para promover a inovação. Estas entidades, em particular, apoiam projetos que têm como objetivo o desenvolvimento de especificações. O programa destina-se principalmente a *startups* e PME, com o objetivo de transferir inovações para o mercado com o auxílio de normas e especificações.

4.2. Estados Unidos da América

4.2.1. Aspectos institucionais

Em junho de 2011, o Conselho de Assessores de Ciência e Tecnologia do Presidente (PCAST)⁶ elaborou um relatório com o objetivo de garantir que os EUA atráíssem a atividade industrial e permanecessem líderes na produção de conhecimento. O documento recomendava evitar uma política industrial fazendo apostas em determinadas empresas e setores e incentivando a busca por uma política industrial de inovação em conjunto, com uma Iniciativa de Manufatura Avançada (PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2011). Duas estratégias foram recomendadas: i) criação de um ambiente fértil para a inovação, um melhor ambiente para negócios (política tributária comercial, apoio robusto para pesquisa básica e treinamento e educação de força de trabalho altamente qualificada); e ii) investimento para superar as falhas do mercado (garantir que novas tecnologias e metodologias de projeto sejam desenvolvidas no país e que as empresas de base tecnológica tenham acesso à infraestrutura necessária para progredir). O relatório listava três razões pelas quais os Estados Unidos deveriam revitalizar a liderança na manufatura:

⁶ Grupo consultivo composto pelos principais cientistas e engenheiros dos EUA, nomeados pelo presidente para aprimorar a ciência e a tecnologia. O PCAST é consultado frequentemente sobre questões de ciência, tecnologia e inovação e pode influenciar as escolhas políticas antes do presidente. O PCAST é administrado pelo Escritório da Casa Branca de Política de Ciência e Tecnologia (OSTP)



- i A manufatura com base em novas tecnologias, incluindo ferramentas de alta precisão e materiais avançados, oferece a oportunidade de empregos de alta qualidade e bem remunerados para trabalhadores americanos
- ii Um forte setor de manufatura, que se adapta e desenvolve novas tecnologias, é vital para garantir a liderança contínua dos EUA em inovação, por conta das sinergias criadas pela localização próxima da produção e dos processos de design e
- iii Capacidades de manufatura doméstica usando tecnologias e técnicas avançadas são vitais para a segurança nacional.

Com base nestas recomendações e na Seção 102 da Lei de Reautorização da América COMPETES de 2010 – que orienta o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (NSTC)⁷ a desenvolver um plano estratégico para orientar os programas e atividades federais de apoio de pesquisa e desenvolvimento de manufatura avançada – em 2012, o NSTC e o Grupo de Trabalho Interagências em Manufatura Avançada (IAM)⁸ lançam o Plano Nacional Estratégico de Manufatura Avançada (EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2012). Este plano estratégico apresenta uma política de inovação robusta para reduzir a lacuna entre P&D e a implementação de inovações de manufatura avançadas. A estratégia busca alcançar cinco objetivos que estão interligados, de forma que o progresso em qualquer um tornará o progresso nos outros mais fácil. Um grande número de agências federais, coordenadas por meio do NSTC têm papéis importantes a desempenhar na implementação da estratégia.

Para cada um desses objetivos, foram planejadas ações, indicadores e as principais agências responsáveis pelo alcance.

7 O Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (NSTC) é o principal meio pelo qual o Poder Executivo coordena a política de ciência e tecnologia entre as diversas empresas de pesquisa e desenvolvimento federais. O objetivo principal do NSTC é estabelecer metas nacionais claras para investimentos federais em ciência e tecnologia. O trabalho do NSTC é organizado em cinco comitês: Meio Ambiente, Recursos Naturais e Sustentabilidade; Segurança Interna e Nacional; Educação para a Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM); Ciência; e Tecnologia. Cada um desses comitês supervisiona subcomitês e grupos de trabalho focados em diferentes aspectos da ciência e da tecnologia.

8 O IAM reporta-se ao Comitê de Tecnologia do NSTC. O IAM funciona como um fórum dentro do NSTC para desenvolver consenso e resolver questões associadas a políticas, a programas e a orientações orçamentárias avançadas de manufatura. Os objetivos do IAM são: i) identificar e integrar os requisitos técnicos, ii) conduzir o planejamento e coordenação do programa conjunto, e iii) desenvolver estratégias conjuntas ou solicitações conjuntas de várias agências para programas de manufatura avançada conduzidos pelo governo federal. O IAM atua como um fórum para troca e aproveitamento de informações entre as agências participantes.



- Objetivo 1: acelerar o investimento em tecnologia de manufatura avançada, especialmente por pequenas e médias empresas industriais, promovendo o uso mais eficaz das capacidades e instalações federais, incluindo aquisição antecipada de produtos de última geração por agências federais
- Objetivo 2: expandir o número de trabalhadores que possuem as habilidades necessárias para o crescimento do setor de manufatura avançada e tornar o sistema de educação e treinamento mais adequado à demanda de competências
- Objetivo 3: criar e apoiar o setor público-privado nacional e regional, por meio de parcerias entre governo, indústrias e academia, para acelerar o investimento e a implantação de tecnologias de manufaturas avançadas
- Objetivo 4: otimizar o investimento do governo federal em manufatura avançada, tendo uma perspectiva de portfólio entre agências e ajustamento contínuo
- Objetivo 5: aumentar o total de investimentos públicos e privados dos EUA em pesquisa de manufatura avançada e desenvolvimento (P&D)

Em 2018, após amplo debate público⁹, o Subcomitê de Manufatura Avançada (SAM)¹⁰ do NSTC desenvolveu a Estratégia para Liderança Americana em Manufatura Avançada (PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2011). Este documento apresenta uma visão para a liderança americana em manufatura avançada em todos os setores industriais, a fim de garantir a segurança nacional e a prosperidade econômica, a ser alcançada por meio do alcance de três metas:

- i Desenvolver e fazer a transição de novas tecnologias de fabricação
- ii Educar, treinar e conectar a força de trabalho da indústria e
- iii Expandir as capacidades da cadeia de suprimentos da indústria doméstica

⁹ Opinião pública coletada por meio de solicitação de informações e uma série de mesas redondas regionais realizadas com uma ampla gama de partes interessadas.

¹⁰ De acordo com a Seção 102 da Lei de Reautorização da América COMPETES de 2010 (42 USC 6622), o Comitê de Tecnologia do NSTC é responsável por planejar e coordenar programas federais e atividades em pesquisa e desenvolvimento de manufatura avançada; e por desenvolver e atualizar um plano estratégico nacional quadriênal para manufatura avançada. O Subcomitê de Manufatura Avançada (SAM) aborda essas responsabilidades e é o principal fórum para informações sobre compartilhamento, coordenação e construção de consenso entre as agências participantes em relação à política federal, a programas e à orientação de orçamento para manufatura avançada.



Para cada meta, é descrita uma série de objetivos estratégicos e, para cada objetivo, um conjunto de prioridades técnicas e/ou resultados específicos a serem alcançados nos quatro anos seguintes. São identificadas, também, quais agências federais contribuirão para cada uma das metas e objetivos.

Este documento apresenta também os principais resultados do Plano Nacional Estratégico de Manufatura Avançada de 2012.

4.2.2. Normalização

O objetivo 1 do Plano Nacional Estratégico de Manufatura Avançada (EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL 2012), lançado em 2012, inclui a preocupação com investimentos em normalização. Junto à manufatura avançada, há uma complexidade crescente, desencadeada pela expansão do número de campos que devem ser integrados para avançar o estado da arte, além da velocidade de mudança mais rápida, aumentando o risco de que ideias e normas tornem-se obsoletas antes de serem totalmente implementadas. O planejamento estratégico prevê um conjunto de ações e investimentos públicos e privados e a priorização de oportunidades para fortalecer a indústria. Um exemplo destas ações é garantir que todos os principais atores participem do estabelecimento de normas, assim como da aceleração da sua adoção. Além disso, o planejamento estratégico prevê a importância de investimentos federais em pesquisa aplicada e em instalações de demonstração, de maneira que os fabricantes tenham acesso e possam acelerar a comercialização de novos processos de manufatura avançados e estimular o investimento privado em plantas e equipamentos.

Na Estratégia para Liderança Americana em Manufatura Avançada de 2018, duas das três metas possuem prioridades técnicas que envolvem esforços de normalização, com ações específicas planejadas para os próximos quatro anos. São elas:

- Meta 1: desenvolver e fazer a transição de novas tecnologias de manufatura. Ações:
 - › **Robótica Industrial Avançada:** promover o desenvolvimento de novas tecnologias e normas que possibilitem uma adoção mais ampla da robótica em ambientes de manufatura avançados; e promover interações seguras e eficientes entre robôs e humanos.
 - › **Infraestrutura para Inteligência Artificial:** desenvolver novas normas para inteligência artificial e identificar as melhores práticas para oferecer disponibilidade, acessibilidade e utilidade dos dados de manufatura dentro e entre as indústrias, mantendo a segurança dos dados e respeitando os direitos de propriedade intelectual.



- › **Cibersegurança na manufatura:** desenvolver normas, ferramentas e *testbeds* e disseminar diretrizes para a implementação de cibersegurança em sistemas de manufatura inteligentes.
 - › **Manufatura aditiva:** estabelecer novas normas para apoiar a representação, a apresentação e a avaliação de dados de manufatura aditiva, a fim de garantir a qualidade e a reprodutibilidade das peças. Expandir os esforços de pesquisa para estabelecer as melhores práticas de aplicação de tecnologias computacionais de manufatura aditiva, incluindo simulação em máquinas.
 - › **Biofabricação de tecidos e órgãos:** desenvolver normas, identificar materiais iniciais e automatizar processos de fabricação para aprimorar tecnologias de biofabricação e promover uma visão de tecidos e órgãos manufaturados usando células do próprio paciente.
- Meta 3: Expandir as capacidades da cadeia de suprimentos da indústria doméstica Ação:
 - › **Transição de P&D:** priorizar o financiamento de pesquisas em ciência de medição e desenvolvimento de normas para acelerar a transição de P&D para a prática comercial.

4.2.3. Principais resultados da Manufatura Avançada

No documento Estratégia para Liderança Americana em Manufatura Avançada de 2018, foram apresentados os progressos feitos em cada um dos principais objetivos definidos no Plano Nacional Estratégico de Manufatura Avançada de 2012.

- Objetivo 1

Vários programas do Governo Federal têm obtido sucesso na promoção do desenvolvimento e na transferência de tecnologia para empresas industriais, especialmente aquelas que são consideradas de pequeno e médio porte. Esses programas incluem institutos de manufatura dos EUA: NIST MEP e DOE (Programa de Instalações de Demonstração de Fabricação e Empreendedorismo Incorporado).

Além disso, o SBIR/STTR, programas no Departamento da Defesa (DOD), no Departamento de Energia (DOE), no Departamento da Saúde e Serviços Humanos (HHS), na Fundação Nacional da Ciência (NSF), na Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA) e no Departamento do Comércio (DOC) forneceram assistência empresarial para P&D de manufatura.



Os Centros NIST MEP incorporaram pessoal em cada um dos 14 institutos de manufatura dos EUA para conectar as tecnologias desenvolvidas e amadurecidas pelos institutos. O pessoal integrado também identifica as empresas que podem fazer parte dos projetos de pesquisa de cada instituto e as necessidades que as empresas têm para as tecnologias que estão sendo desenvolvidas.

- Objetivo 2

Os investimentos federais voltados para a educação e o desenvolvimento da força de trabalho são parte integrante de muitas agências federais. O Departamento de Educação (DOEd) concentra-se na educação e o K-12 e o Departamento do Trabalho (DOL), no desenvolvimento da força de trabalho e certificações. Outras agências, como DoD, NASA e NSF, apoiam a educação, as STEM e os programas relacionados a treinamento e desenvolvimento da força de trabalho que beneficiam mais especificamente o setor industrial.

Os institutos de manufatura dos EUA, em cooperação com os centros MEP, também atuam na educação e no desenvolvimento da força de trabalho.

Os EUA alcançaram quase 200 mil estudantes e profissionais de manufatura em todo o país, ajudando a convencer muitos a seguir carreiras na indústria. O DOL, sob a WIOA, ajudou a treinar trabalhadores industriais deslocados e aqueles que desejavam entrar no mercado de trabalho. O DOEd, de acordo com a Lei de Educação Técnica e Carreira Carl D. Perkins, ajudou a atrair estudantes do ensino médio e de faculdades comunitárias para a indústria.

Além desses resultados, o documento traz uma lista de programas em agências federais relevantes que contribuíram para o progresso na educação de manufatura, treinamento e desenvolvimento da força de trabalho.

- Objetivo 3

As parcerias público-privadas desenvolvidas como parte integrante dos institutos de manufatura dos EUA têm sido eficazes no desenvolvimento, na implementação e na transferência de novas tecnologias de manufatura avançadas.

Outros programas que contribuíram para esse objetivo incluem NIST MEP e NSF, Centro de Pesquisa Cooperativa Indústria-Universidade e Centro de Pesquisa em Engenharia.



O estabelecimento e o crescimento dos institutos de manufatura dos EUA têm sido a realização central dessa meta. Os institutos criaram um conjunto de espaços neutros de colaboração, para a indústria e a universidade; e de inovação na manufatura e transferência de novas tecnologias, para empresas de todos os tamanhos, elevando assim todo o ecossistema. Cada instituto tem uma dupla missão de desempenho: impactar a pesquisa pré-competitiva em tecnologias emergentes críticas e abordar as lacunas de educação e força de trabalho nessas tecnologias. Segundo avaliação recente, os institutos aceleraram significativamente e reduziram os riscos do desenvolvimento de novas tecnologias para fabricantes norte-americanos. Setenta e dois Institutos estão lidando atualmente com as seguintes 14 tecnologias: manufatura aditiva, design digital; metais leves; eletrônica *bandgap*; fabricação de compósitos; fotônica integrada; eletrônica híbrida flexível; intensificação de processos; fabricação inteligente; fibras e têxteis; biofarmacêuticos; biofabricação; robótica em fabricação; e tecnologias de reciclagem-reutilização e recuperação.

Em 2017, os institutos de manufatura dos EUA tinham 1.291 membros. Isso inclui 844 empresas industriais (65%), 297 instituições educacionais (23%) – entre universidades, faculdades comunitárias e outras instituições acadêmicas – e 150 outras entidades (12%), como governos (federal, estadual e local), laboratórios federais e organizações sem fins lucrativos. Dos fabricantes, 549 (65%) eram pequenas empresas com 500 ou menos funcionários e 295 (35%) eram grandes fabricantes.

- Objetivo 4

O Governo Federal tem investido em um portfólio de atividades de P&D de manufatura dentro de muitas agências. Sob a orientação do Escritório do Programa Nacional de Manufatura Avançada interagências do NIST, as agências participantes do Subcomitê de Manufatura Avançada (SAM) do NSTC coordenaram (e continuam a coordenar) seus investimentos e supervisão dos institutos de manufatura dos EUA. Sob o NSTC, o SAM trabalhou em todas as administrações para coordenar e otimizar os investimentos federais em P&D de manufatura avançada.

- Objetivo 5

Embora os gastos federais com P&D em manufatura avançada não sejam monitorados de forma centralizada e consistente, os dados disponíveis indicam que os investimentos aumentaram desde que o último plano estratégico foi lançado no ano fiscal de 2012. Por exemplo, os prêmios da NSF de Manufatura Avançada totalizaram US\$ 5 milhões no ano fiscal de 2012 e alcançaram quase US\$ 50 milhões no ano fiscal de 2015. Os prêmios anuais totais do ano fiscal de 2013 até



o ano fiscal de 2017 somaram em média US\$ 34 milhões. Os fundos para Manufatura Avançada no DOE totalizaram US\$ 117 milhões em 2012 e aumentaram para US\$ 291 milhões em 2017, com uma média de US\$ 176 milhões por ano no entre 2013 e 2017.

Finalmente, não havia institutos de manufatura nos EUA quando o último plano foi lançado. Em 2017, seis novos institutos foram adicionados para perfazer um total de 14 institutos e o compromisso total do programa cresceu para mais de US\$ 3 bilhões, compreendendo US\$ 1 bilhão de fundos federais combinados por mais de US\$ 2 bilhões de investimento não federal.

4.3. Espanha

4.3.1. Aspectos institucionais

A Indústria Conectada 4.0 é uma iniciativa conjunta e coordenada pelos setores público e privado. Esta iniciativa consta na Agenda para o Fortalecimento do Setor Industrial na Espanha (2014) e está alinhada com a Agenda Digital para Espanha (2013). Além disso, a iniciativa ajuda a atender a política industrial fixada pela Comissão Europeia, que determina que a contribuição da indústria para o PIB europeu alcance 20% no ano de 2020 (IC4, 2014).

O desenho das linhas mestras de atuação da iniciativa Indústria Conectada 4.0 foi liderado pelo Ministério da Indústria, Energia e Turismo e elaborado com a colaboração das empresas patrocinadoras da iniciativa (Indra, Telefónica e Santander), seguindo uma metodologia de trabalho rigorosa e com ampla participação pública e privada.

Em outubro de 2015, foi publicado o dossiê: *Industria Conectada 4.0: La transformación digital de la ndústria española* (IC4, 2015), dando início às atividades da primeira fase da iniciativa Indústria Conectada 4.0.

Nesta primeira fase, foram identificados os principais desafios para a implementação da Indústria 4.0 espanhola em três visões diferentes: processos, produtos e modelos de negócio. Foram definidos os objetivos, as principais linhas de ação, as áreas estratégicas e o modelo de governança para facilitar seu desenvolvimento e implementação.

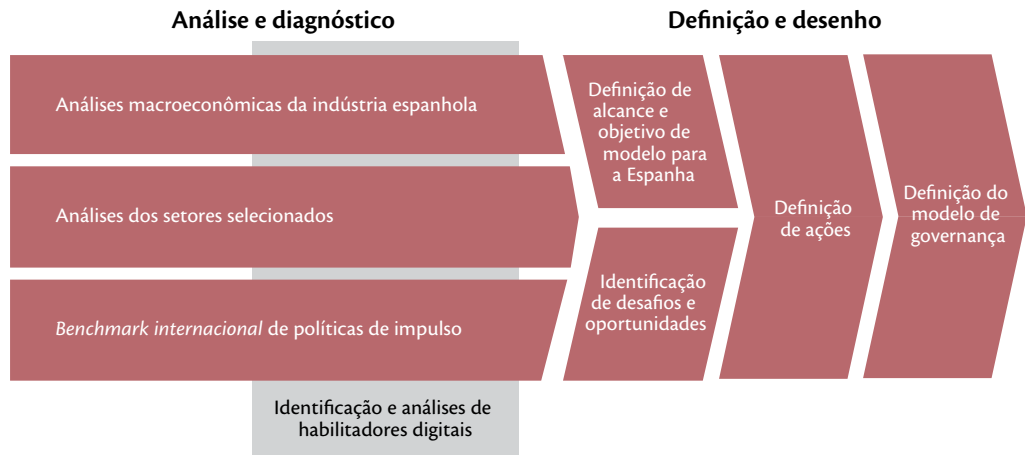


Figura 6 – Metodologia da iniciativa Indústria Conectada 4.0

Fonte: Informe Preliminar. Industria Conectada 4.0: La transformación digital de la industria española. Ministério da Indústria, Energia e Turismo, 2015.

As quatro linhas de atuação definidas foram:

1. Conscientizar e desenvolver competências relacionadas com a Indústria 4.0 por meio de divulgação e treinamento
2. Criar ambientes e ferramentas de colaboração que facilitem a transferência de informações entre empresas de diversos setores industriais, empresas tecnológicas, centros de investigação e outras entidades, a fim de promover o desenvolvimento de soluções adaptadas às necessidades da Indústria 4.0
3. Assegurar condições para impulsionar o desenvolvimento da oferta de habilitadores digitais na Espanha. Os habilitadores digitais são um conjunto de tecnologias que fazem possível esta nova indústria explorar o potencial da internet das coisas. Em outras palavras, eles permitem a hibridização entre os mundos físico e digital, ou seja, ligam o mundo físico ao mundo virtual para tornar a indústria inteligente
4. Fomentar a implementação da Indústria 4.0, com o objetivo de superar os obstáculos deste processo. Apoio na efetivação de habilitadores digitais na indústria espanhola, procurando, entre outras coisas, a adaptação da regulamentação e da normalização.

As linhas de ação concretizaram-se em oito áreas estratégicas, nas quais os esforços da iniciativa concentraram-se nas fases seguintes.



Tabela 2 – Linhas de ação, áreas estratégicas e objetivos da iniciativa Indústria Conectada 4.0

	Áreas estratégicas	Objetivos
1 Garantir o conhecimento e o desenvolvimento de competências de I4.0	1.1 • Conscientização e comunicação 1.2 • Formação académica e profissional	• Garantir o conhecimento sobre I4.0, facilitadores e benefícios • Assegurar a disponibilidade de competências da I4.0
2 Fomentar a colaboração multidisciplinar	2.1 • Ambientes e plataformas colaborativas	• Promoção de ambientes e plataformas adaptadas à indústria e com foco na tecnologia 4.0
3 Promover o desenvolvimento de uma oferta de habilitadores	3.1 • Fomentar o desenvolvimento de habilitadores digitais 3.2 • Apoio a empresas tecnológicas	• Promover P&D para garantir a conectividade da I4.0 • Promover o desenvolvimento empresarial de fornecedores de tecnologia
4 Promover ações adequadas para a implantação da Indústria 4.0	4.1 • Apoio à implementação da I4.0 pela indústria 4.2 • Marco regulatório e padronização 4.3 • Projetos de I4.0	• Promover e facilitar a implementação da I4.0 • Garantir as condições necessárias para a implementação e incentivar o investimento • Promover soluções e projetos específicos

Fonte: Dossier de prensa. Industria Conectada 4.0: La transformación digital de la industria española. Ministério da Indústria, Energia e Turismo, 2015.

4.3.2. Estrutura

Para o sucesso da iniciativa, foi implementado um modelo de governança que atende a quatro premissas principais (IC4, 2014):

- i Continuidade: a continuidade da iniciativa deve ser garantida ao longo do tempo tendo em vista a realização dos trabalhos remanescentes para a sua implementação e para a necessária adaptação recorrente
- ii Coordenação e consenso transversal: deve contar com a participação de um grande número de atores para garantir o seu sucesso: indústria, agentes sociais, *clusters*, centros de pesquisa, parques tecnológicos, administração pública e outros organismos públicos (como Câmaras de Comércio, ICEX etc.)
- iii Eficácia: a implementação efetiva da iniciativa deve ser garantida
- iv Medição: serão definidas métricas que possibilitem monitorar os resultados das iniciativas, para posterior monitoramento.



Para implementação das linhas de ação do Programa Indústria Conectada 4.0, foram criados órgãos e definidas suas responsabilidades. A maioria desses órgãos inclui uma representação dos principais agentes envolvidos: organismos públicos centrais e locais, empresas industriais, associações industriais, empresas tecnológicas, centros de investigação e ensino, agentes sociais e todas as pessoas de competência reconhecida no desenvolvimento da Indústria 4.0 procedentes do mundo dos negócios, das administrações públicas ou das áreas científica e académica.

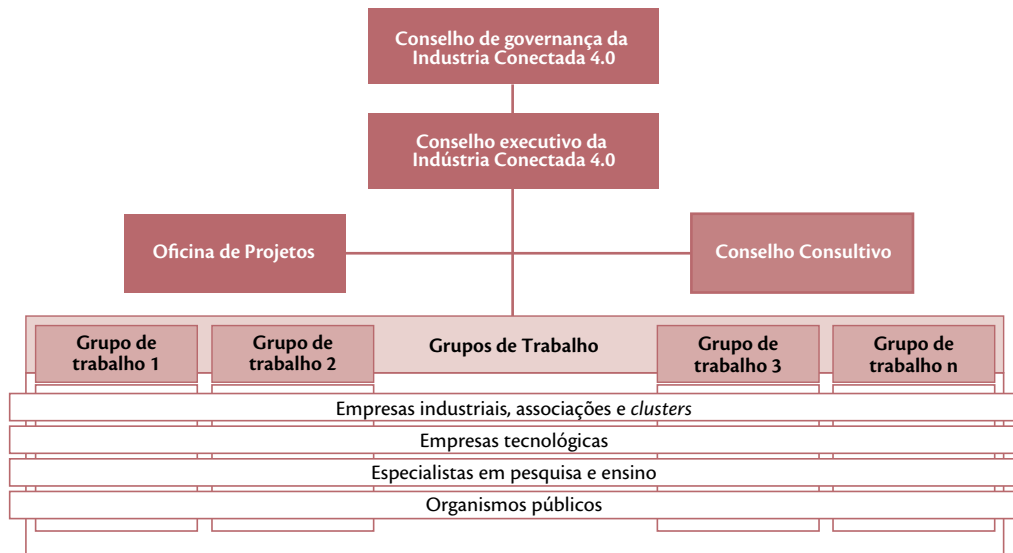


Figura 7 – Modelo de governança Programa Indústria Conectada 4.0 Espanha

Fonte: Dossier de prensa. Indústria Conectada 4.0: La transformación digital de la industria española. Ministério da Indústria, Energia e Turismo, 2015.

- Órgãos e suas responsabilidades
 - › **Conselho de administração Indústria Conectada 4.0:** é responsável pela representação e pela comunicação da iniciativa; pelo estabelecimento de diretrizes; pela coordenação de alto nível de atores; pelos orçamentos; e pela avaliação dos resultados
 - › **Conselho Executivo Indústria Conectada 4.0:** é responsável por supervisionar a definição, a execução e o andamento operacional da iniciativa Indústria Conectada 4.0 e redirecioná-los, se necessário, alinhando-os aos objetivos estabelecidos
 - › **Conselho Consultivo:** é responsável por identificar as tendências tecnológicas da Indústria 4.0 e preparar relatórios de tendências e recomendações para os conselhos da Indústria Conectada 4.0



- › **Escritório de Projetos:** composto por funcionários do Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MINETUR), é responsável pela gestão do projeto e por todas as partes interessadas envolvidas.
- › **Grupos de trabalho:** são responsáveis pela análise e pela assessoria para a implementação das iniciativas em cada área estratégica. Serão criados quantos grupos forem necessários para desenvolver o plano de ação

4.3.3. Normalização

O Programa Indústria Conectada 4.0 aponta que a normalização é fundamental quando se trata de garantir a interoperabilidade e a conectividade dos sistemas. O programa considera também que a adoção de normas reconhecidas internacionalmente facilita o intercâmbio das tecnologias e a confiança nas novas possibilidades que elas oferecem. Por esta razão, o Indústria Conectada 4.0 tem como estratégia colaborar ativamente no desenvolvimento de iniciativas de normalização internacional, coordenando as propostas e necessidades de suas empresas industriais ou tecnológicas e, assim, atendendo ao setor industrial.

Iniciativas previstas na estratégia para promover e apoiar a normalização e criação de arquiteturas de referência a nível europeu e internacional (IC4, 2019a):

- Promover a adoção de normas abertas e interoperáveis, em particular mediante o uso de compras públicas
- Assegurar a participação espanhola em iniciativas internacionais de normalização relacionadas com a digitalização industrial e suas tecnologias
- Identificar as áreas em que é necessária a criação de arquiteturas de referência e coordenar os atores relevantes para finalizar a preparação das propostas

Do ponto de vista metodológico, a estratégia da indústria Conectada 4.0 é configurada a partir da colaboração público-privada e foi estabelecido um modelo de governança baseado em grupos de trabalho responsáveis pela análise e assessoria da implementação de iniciativas em cada área estratégica. Um desses grupos é o *Estandarización*, cujos objetivos são a coordenação de iniciativas e a promoção de ações relacionadas com a normalização no domínio da Indústria 4.0. Além disso, o grupo também busca promover a participação das empresas espanholas nos diversos organismos internacionais de normalização e grupos de trabalho, permitindo trazer estas questões para a realidade dos empreendimentos no país. A coordenação técnica deste grupo corresponde à



Associação Espanhola de Normalização (UNE) e à Corporação Mondragón S.COOP¹¹, que apoiam a Secretaria Geral da Indústria no cumprimento destes objetivos (JIMENEZ, s/d).

No âmbito da Estratégia Nacional para a Indústria Conectada 4.0, considerou-se oportuno desenvolver uma série de documentos normativos que serviram de base para a correta transformação digital das empresas industriais espanholas.

Com o objetivo de fornecer uma ferramenta que facilitasse a redução do gargalo digital no nível nacional da Indústria e das PME industriais, foi criado um Grupo Específico Temporário para desenvolver uma norma que servisse de base e apoio a todas essas organizações que aspiram a definir-se como Indústria Digital e que se alinham com os eixos fundamentais da Ferramenta Avançada de Autodiagnóstico Digital (HADA).

As Especificações UNE 0060 e 0061, que nascem da colaboração pública e privada, procuram sensibilizar as empresas industriais para a necessidade de se transformarem digitalmente por meio dos requisitos básicos necessários para atingir os níveis exigidos pela indústria do futuro – “Indústria 4.0” – e assim reduzir o gargalo digital existente, fortalecendo o setor industrial nacional e preparando-o para os desafios do futuro.

- UNE 0060: 2018 Indústria 4.0. Sistema de gestão para digitalização. Requisitos (UNE, 2018b)

A norma UNE 0060, alinhada com os eixos fundamentais do HADA, visa a descrever os requisitos para que uma empresa industrial de qualquer porte e/ou atividade seja considerada uma Indústria Digital. Este documento articula-se por meio das diferentes dimensões do negócio (estratégia empresarial e de mercado; produtos e serviços; processos; organização e pessoas; e infraestruturas) e estabelece os indicadores que devem ser avaliados, anexando as explicações e definições adequadas ao seu correto acompanhamento e interpretação.

Estes requisitos, que posteriormente serão classificados como obrigatórios e avaliáveis, abrangem todas as áreas organizacionais, desde as tecnologias habilitadoras aos perfis digitais, passando pelo estabelecimento de uma estratégia de digitalização ao nível do negócio, buscando uma

¹¹ MONDRAGON S.COOP - Décimo grupo empresarial espanhol com base na cooperação com mais de 100 cooperativas autónomas e independentes e com forte atuação na área industrial.



transformação digital abrangente e que impacte a cultura organizacional não apenas na elaboração de produtos ou serviços com uso intensivo de tecnologias digitais.

- UNE 0061: 2019 Indústria 4.0. Sistema de gestão para digitalização. Critérios para avaliação de requisitos (UNE, 2019).

A Especificação UNE 0061 estabelece os critérios para avaliar o atendimento aos requisitos definidos na Especificação UNE 0060 e os critérios mínimos para o cumprimento dos requisitos para alcançar o status de Indústria Digital. Ou seja: a norma estabelece o procedimento para avaliação do atendimento aos requisitos previamente definidos. Os requisitos são estabelecidos como obrigatórios e classificatórios. Os obrigatórios são todos aqueles que foram considerados para estabelecer um nível mínimo de maturidade digital necessário em um cenário da Indústria 4.0, enquanto os classificatórios envolvem agregar experiência e liderança na transformação digital e se tornarão gradualmente obrigatórios à medida que os ciclos de melhoria avançam.

Esta norma define e estabelece um ciclo de melhoria contínua para que as empresas possam implementar soluções digitais em diferentes períodos de acordo com os requisitos.

Além disso, esta norma anexa uma tabela de avaliação de requisitos em formato Excel para poder avaliar cada um dos requisitos e, com base na pontuação final, estabelecer se a indústria é considerada digital ou, pelo contrário, ainda não implementou soluções tecnológicas ou organizacionais.

Paralelamente, a UNE criou o Fórum *UNE Standards for Connected Industry 4.0*. Este fórum, com participação aberta aos interessados, é a referência para a indústria espanhola em tudo o que se relaciona com as suas necessidades de normalização para a Indústria 4.0.

Além da elaboração das duas normas citadas anteriormente, a UNE identificou aspectos tecnológicos que julgam importante ter em conta e, em seguida, quais comitês internacionais realizam trabalhos relacionados a esses aspectos e, que, portanto, são essenciais o acompanhamento do trabalho (JIMENEZ, s/d; UNE, s/d). Os aspectos importantes são: cibersegurança, conectividade, robótica avançada, novas tecnologias de manufatura, sensores, internet das coisas, *cloud computing* e *Big Data*. A seguir, saiba mais sobre cada um e os respectivos comitês atuantes:



Cibersegurança

A cibersegurança é uma área transversal e fundamental para o sucesso da implementação da Indústria 4.0. O uso massivo da tecnologia da informação nos processos de negócios, produção e produtos traz consigo a necessidade de garantir a proteção das informações comerciais e a privacidade das pessoas.

A informação já é um dos principais ativos de uma empresa, mas garantir a confidencialidade, a integridade e a disponibilidade em um mundo conectado é um desafio. Além disso, a Indústria 4.0 fará uso de tecnologias como *cloud computing* ou modelos colaborativos de pesquisa e desenvolvimento, o que tem como consequência o acesso de terceiros a informações vitais para a empresa, fora de seus sistemas.

Neste campo, a normalização fornece soluções com a série ISO/IEC 27000 para Sistemas de gestão de segurança da informação ou Redes de Comunicações Industriais IEC 62443 - Segurança da rede e do sistema.

Conectividade

Este novo paradigma industrial fundamenta-se em um fluxo de informação para o qual todos os componentes que intervêm têm de estar ligados. Além da conectividade do produto no mundo digital, novas necessidades de informação exigirão redes de comunicação empresarial mais poderosas e confiáveis. Uma atenção especial é necessária para as redes de comunicação da própria planta fabril, no próprio ambiente industrial. A partir dessas redes, é necessário:

- Mais capacidade, pois as redes controlarão toda a planta em tempo real com a quantidade de transferência de dados que isso implica
- Mais confiabilidade, pois as redes lidarão com informações críticas relacionadas à segurança
- Mais disponibilidade, pois a produção depende do funcionamento das redes
- Mais flexibilidade, pois o processo produtivo será reconfigurado frequentemente para fabricar uma grande variedade de produtos e é necessário reduzir o tempo para fazer essas mudanças

Atender a esses requisitos exige que todos os componentes da planta comuniquem-se com um protocolo o mais uniforme possível. Além da planta de produção, a integração dos sistemas de gestão das empresas de manufatura também é necessária. Esses sistemas são a interface entre



o processo de fabricação e o mundo dos negócios da empresa e as informações devem circular entre os dois sem transições.

As normas necessárias para garantir a conectividade, tanto no campo da gestão empresarial como na planta fabril, são desenvolvidos na IEC/TC 65 Medição, controle e automação de processos industriais e nos Comitês ISO/TC 184 para automação e integração.

Robótica avançada

A flexibilidade inerente aos processos de fabricação da Indústria 4.0 exigirá robôs com novas capacidades que interajam com o ambiente, com o próprio produto fabricado e com as pessoas. No futuro, robôs e pessoas irão colaborar para tirar vantagem do melhor dos dois mundos: a flexibilidade humana e a potência e precisão das máquinas. Mas essa colaboração só acontecerá se for possível garantir a segurança dos trabalhadores que compartilham o ambiente de trabalho com os robôs.

Além disso, novos paradigmas para a programação de robôs ajudarão a reduzir o esforço associado à execução de novas tarefas. Essas melhorias permitirão que os robôs sejam utilizados em empresas que não os utilizavam devido à falta de flexibilidade e ao esforço de programação que exigiam.

No campo da robótica, existem dois comitês internacionais: o comitê ISO TC 184, que desenvolve normas aplicáveis a sistemas de automação e sua integração para o projeto, fornecimento, fabricação, entrega, manutenção e descarte de produtos; e o comitê ISO TC 299, que é responsável pelas normas usadas em robôs de manuseio controlado automaticamente e reprogramáveis, fixos e móveis.

Novas tecnologias de manufatura

As novas tecnologias de manufatura permitirão passar de um modelo de produção de grandes lotes dos mesmos produtos para pequenos lotes de produtos customizados ou mesmo para fabricação de produtos individuais a preços competitivos.

A manufatura aditiva, ou impressão 3D, que já é amplamente utilizada em prototipagem, está avançando rapidamente para a produção do produto final. A fabricação com técnicas de impressão 3D permite uma infinidade de formas e geometrias, adaptando o produto ao seu uso sem as limitações anteriores do processo de fabricação, mas também abre um novo modelo de negócios



para as empresas. Agora, é possível que uma empresa se especialize em design de produto sem ter que fabricar. As empresas venderão as especificações de seus produtos e será o cliente final ou distribuidor local quem “imprimirá” o produto.

O comitê de manufatura de aditivos ISO/TC261, em conjunto com sua contraparte europeia CEN/TC 438 Additive Manufacturing, elabora as normas fundamentais que permitirão a decolagem da manufatura aditiva.

Existe uma tecnologia semelhante específica para produtos eletrônicos impressos. Com novas formas de impressão e materiais inovadores, a eletrônica impressa pode produzir produtos a preços competitivos com novas possibilidades – como a eletrônica flexível – em situações em que a tecnologia de fabricação convencional não pode ser utilizada devido aos altos custos. O comitê de normalização de Eletrônica Impressa IEC TC 119 elabora normas aplicáveis a materiais, processos, equipamentos, produtos e os requisitos de segurança necessários para o desenvolvimento da tecnologia de eletrônica impressa.

Sensores, IoT, *cloud computing*, Big Data

Os sensores são incorporados ao produto para diversos fins. Em primeiro lugar, eles são usados durante o próprio processo de fabricação, permitindo a comunicação entre os meios de produção e o próprio produto, o que significa mais flexibilidade e menos erros. Em segundo lugar, eles são incorporados ao produto final e o acompanharão por toda a sua vida útil. Este último cenário abre um mundo possibilidades para o cliente, que pode desfrutar de recursos de usabilidade adicionais, e para o fabricante, que pode obter informações do mundo real sobre seu produto.

Essas informações obtidas pelo fabricante podem ser retroalimentadas na fase de projeto para melhorar os produtos futuros ou podem ser utilizadas para oferecer ao cliente serviços de valor agregado, abrindo novas linhas de negócios para os fabricantes tradicionais.

As normas que garantem a interoperabilidade das redes de sensores, como a arquitetura de referência, são desenvolvidas no comitê de redes de sensores ISO/IEC JTC 1/WG 7. Além da arquitetura de referência, este comitê desenvolve normas que especificam as interfaces para o tratamento da informação colaborativa em redes de sensores inteligentes e as interfaces com outros sistemas, como *Smart Grids*.



Os objetos físicos se comunicarão uns com os outros pela internet, usando a tecnologia da Internet das Coisas (IoT). Para que esta comunicação ocorra de forma eficaz, deve ser estabelecido um quadro para garantir a interoperabilidade. O comitê ISO/IEC JTC 1/WG 10 *Internet of Things* está desenvolvendo normas para a arquitetura de referência de IoT.

O aumento do volume e da variabilidade de informações a serem processadas vai mover o tratamento dos dados dos servidores da empresa para os modelos de *cloud computing*. A flexibilidade e a escalabilidade da computação em nuvem permitem que se tenha poder de computação adicional quando necessário, como, por exemplo, para simular o comportamento de um novo produto, simular mudanças na cadeia de produção ou analisar dados massivos coletados por sensores de produto. Em projetos colaborativos nos quais a empresa conta com especialistas externos, a plataforma de desenvolvimento pode ser na nuvem com todas as facilidades de acesso para todos.

O comitê ISO/IEC JTC 1/SC 38 *Cloud Computing* e Plataformas Distribuídas elabora os padrões que garantem a interoperabilidade e a portabilidade de dados e aplicativos na nuvem, que permitem real escalabilidade sem dependências de tecnologias proprietárias.

A Indústria 4.0 envolve um grande volume de informações. Os dados de toda a cadeia produtiva e também dos produtos em serviço serão coletados em tempo real. Todo esse volume de dados contém informações valiosas, se extraídas da forma correta. Os dados obtidos da planta podem ser utilizados em manutenção preventiva ou otimização de processos. A partir dos dados obtidos com os produtos, podem ser adquiridas informações úteis nos processos de design, na manutenção preditiva dos próprios produtos ou na realização de estudos de hábitos de consumo.

Para fazer uso eficiente do *Big Data*, é fundamental que os conjuntos de dados sejam padronizados e tenham uma arquitetura de referência. O comitê de *Big Data* ISO/IEC JTC 1/WG 9 iniciou o desenvolvimento da norma internacional que especificará a arquitetura de referência.

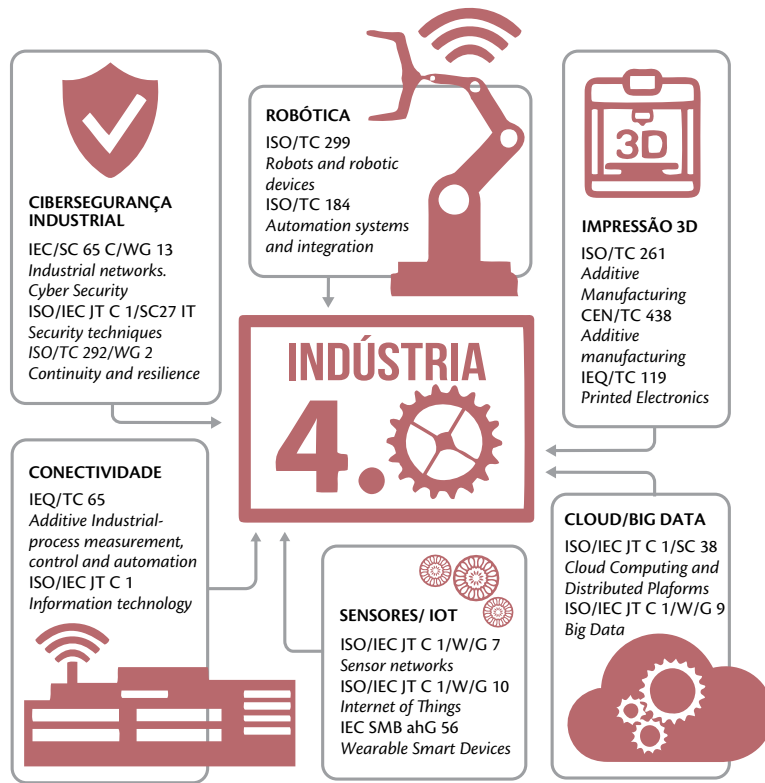


Figura 8 – Aspectos tecnológicos importantes e comitês internacionais essenciais

Fonte: Interfaces normalizadas para impulsar la indústria 4.0.

As atividades expostas anteriormente são apenas as principais linhas estratégicas nas quais a normalização está sendo trabalhada no cenário internacional pela Espanha. Além dessas, os setores industriais em que Espanha é líder deve promover o desenvolvimento das normas de que necessitam para aderir o mais rápido possível a esta nova revolução.

A normalização na Indústria 4.0 é necessária para conseguir uma integração completa dos processos de negócio e ter uma manufatura flexível e autônoma com o uso das tecnologias que a cercam (IoT, robótica colaborativa, Big Data, cloud computing, realidade virtual, interoperabilidade, cibersegurança, etc.).

A Corporação Mondragon participa do Grupo de Normalização Estratégica Internacional IEC SEG 7 *Smart Manufacturing* e dos grupos de trabalho IEC TC65/JWG 21 *Smart Manufacturing Reference Model (s)* e ISA/IEC-62443 *Industrial Cybersecurity*, entre outros. A corporação está em



processo de estudo e implantação de um plano de ação de normalização que abrange cooperativas da área industrial, centros de tecnologia e universidades.

4.3.4. Principais resultados da Iniciativa indústria 4.0

Lançamento de portal: instrumento que serve de referência para as ações da administração no âmbito da Indústria Conectada 4.0. Foram produzidos 40 vídeos de treinamento sobre os diferentes aspectos relacionados à Indústria Conectada 4.0 (IC4, 2020b).

Serviço de autodiagnóstico: Ferramenta Avançada de Autodiagnóstico Digital (HADA) que permite a uma empresa saber qual o seu grau de maturidade tecnológica nas várias partes da sua cadeia de valor. A ferramenta está acessível no portal Indústria Conectada 4.0 (IC4, 2020c).

Assessoria personalizada: serviço que orienta as empresas em seu processo de transformação digital. É realizado um diagnóstico da situação da empresa, que identifica áreas que necessitam melhorias e elabora um plano de ação com as medidas a serem executadas. No portal, é possível visualizar vídeos com casos de sucessos de empresas que utilizaram essa assessoria (IC4, 2021).

Disponibilização de instrumentos financeiros ao setor industrial: para ajudar as empresas industriais a realizarem projetos no campo da Indústria Conectada 4.0, o Programa de Financiamento para a Indústria Conectada 4.0 disponibilizou todos os anos, desde 2016, de programas de financiamentos para apoiar projetos que ajudem na transformação digital das empresas industriais da Espanha e que colaborem na investigação industrial e desenvolvimento experimental, assim como projetos de inovação em organização e processo. Os temas prioritários elencados foram: soluções de negócios e de inteligência; plataformas colaborativas; comunicações e processamento de dados na cadeia de valor do setor de manufatura; fabricação de aditivos; robótica avançada; sensores e sistemas embarcados. O financiamento consiste em empréstimos a juro zero com dez anos de amortização, nos quais três são de carência. (ESPAÑA, 2016a; ESPAÑA, 2018a; ESPAÑA, 2020a; ESPAÑA, 2018b).

Jornadas de divulgação sobre a Indústria Conectada 4.0: eventos realizados em várias cidades espanholas para difundir a importância da transformação digital com um enfoque empresarial, por meio das experiências dos *clusters* (grupo de empresários inovadores). Esse instrumento foi promovido pelo Ministerio de Industria, Energía y Turismo, por meio da Secretaría General de Industria y de la PYME (SGIPYME) (ESPAÑA, 2016b).



Realização de congressos: espaço para debate das inovações e últimas tendências tecnológicas em setores de referência da indústria espanhola, assim como de conhecimento de experiências exitosas em empresas de ponta (IC4, 2019b; ESPAÑA, 2018c)

Prêmios Nacionais da Indústria Conectada 4.0: constituem uma ferramenta de identificação, divulgação e reconhecimento de projetos espanhóis de sucesso no domínio da Indústria 4.0, contribuindo para a promoção do prestígio do setor e o apoio à Marca Espanha. Do mesmo modo, pretende-se sensibilizar o tecido industrial espanhol para a necessária transformação digital e contribuir para melhorar a visibilidade dos instrumentos de apoio à indústria neste processo (IC4, 2020d).

Programa piloto de Inovação aberta “12 Desafios da Indústria 4.0”: tem como objetivo conectar empresas de nova geração, as *startups*, com empresas industriais reconhecidas na Espanha e, assim, promover a inovação aberta. Após identificar os desafios tecnológicos de 12 grandes empresas industriais, o programa busca selecionar o maior número possível de *startups* que respondam a eles por meio de soluções baseadas nos habilitadores digitais da Indústria 4.0. Para facilitar a obtenção dessas soluções, o programa oferece às *startups* selecionadas um espaço virtual de aceleração com áreas comuns para reuniões, *networking* e locais que facilitam o aprendizado compartilhado. Além disso, as empresas inovadoras contarão com orientação e apoio individualizado, além de treinamento específico sobre os aspectos cruciais para o enfrentamento das principais questões relacionadas ao desafio escolhido (IC42019c; ESPAÑA, 2020b)



Figura 9 – Modelo do Programa piloto de Inovação aberta “12 Desafios da Indústria 4.0”

Fonte: ACTIVA Retos Industriales. Ministério da Indústria, comércio e turismo.



O programa permitiu que oito *startups* assinassem acordos comerciais com corporações industriais de alto nível. Icommunity, GreeMko, PayMark Fast, Siali, Appark.me, Inar Tecnología, Intensas, Xabet e Donax trabalharam durante seis meses com AENOR, Airbus, IECA, BSH, BASF, Presto Ibérica, CAF, Cereals Siro Foods ou FINSA para resolver os desafios colocados por essas grandes empresas. Foram encarados desafios de vários tipos, relacionados a aspectos que vão desde a rastreabilidade do produto até a automação e controle dos processos de fabricação, incluindo o cálculo da pegada de carbono. Este trabalho contou com o apoio e orientação individual do Ministério da Indústria através da Escola de Organização Industrial (ESPAÑA, 2020b).

Activa Ciberseguridad: programa-piloto de Inovação em cibersegurança, cujo objetivo principal é que PME determinem seu nível de segurança atual e estabeleçam o nível que devem alcançar para proteger seus sistemas e informações corporativas. É um programa gratuito que consiste em quatro ações complementares destinadas às PME com sede em qualquer província do território nacional (IC4, 2019c).

- Fase 1 - Autodiagnóstico inicial: colheita de informação sobre a empresa e o seu setor e análise da situação atual da empresa em termos de cibersegurança, a fim de detectar as necessidades e possibilidades de melhoria
- Fase 2 - Diagnóstico: Auditoria de segurança cibernética/análise de conformidade
- Fase 3 - Implementação: implementação de um plano de cibersegurança na empresa
- Fase 4 - Acompanhamento: acompanhamento das medidas implementadas e avaliação das demais iniciativas

Crescimento do negócio: programa de consultoria personalizada composto por 50 horas de assessoria que atuam em seis alavancas de crescimento: inovação, recursos humanos, operações, digitalização, *marketing* e comercialização e finanças (IC4, 2020e). A consultoria é dividida em três fases:

- Diagnóstico: análise da situação inicial para detectar possibilidades de melhoria
- Assessoramento: seleção de uma das alavancas de crescimento e proposta de ações de melhoria, com a elaboração do plano de crescimento
- Acompanhamento: análise periódica dos indicadores de avaliação de resultados com posterior incorporação ao Clube de Crescimento.



O Clube do Crescimento é o ponto de encontro de todas as empresas que participaram das diferentes edições do Programa de Crescimento Empresarial. Os sócios do clube podem obter importantes benefícios, com foco em reforçar e dar continuidade aos serviços oferecidos pelo Programa de Crescimento Empresarial: assessoria, treinamento, suporte on-line, conteúdo e *networking*

Elaboração de normas nacionais: elaboração de duas normas nacionais: UNE 0060: 2018 Indústria 4.0. Sistema de gestão para a digitalização. Requisitos; e UNE 0061:2019 Indústria 4.0. Sistema de gestão para a digitalização. Critérios para a avaliação de requisitos (IC4, 2019d).

Elaboração de informe sobre normalização: a UNE elaborou informe sobre a importância da normalização na Indústria 4.0 e em quais campos a Espanha está atuando, levando a informação para diversos empresários, incluindo PME, com objetivo de motivá-los a participar da normalização (UNE, s/d).

4.4. Portugal

4.4.1. Aspectos institucionais

Para potencializar condições favoráveis para o desenvolvimento da Indústria e Serviços nacionais, aumentando a competitividade nacional no novo paradigma digital, o Ministério da Economia de Portugal lançou a iniciativa Programa Indústria 4.0.

O Programa Indústria 4.0 constitui-se como uma alavanca da Estratégia Nacional para 2030, contribuindo diretamente para dois dos três objetivos prioritários transversais pós-2020: inovação e conhecimento; e qualificação, formação e emprego.

Para delinear uma estratégia nacional para a indústria, empresas multinacionais, como a Altice-PT, a Bosch, a Deloitte, a Google, a Huawei, a Microsoft, a Siemens e a Volkswagen, associaram-se ao governo. Estas empresas integram o Comité Estratégico da iniciativa Indústria 4.0, juntamente com a Agência Nacional de Inovação, o Compete, a CIP, a associação empresarial para inovação Cotec, a facilitadora de negócios GS1, o Instituto Português de Acreditação (IAPMEI), o Instituto Português de Qualidade (IPQ) e o Turismo de Portugal, instituição responsável pelo desenvolvimento do turismo no país, em um total de mais de 15 entidades. Além destas, serviram de amostra e piloto



nesta primeira fase quatro setores selecionados em função da sua contribuição para a economia, relevância no tecido de PME nacional e suscetibilidade à transformação digital: automóvel, têxtil, agroalimentar e turismo.

No desenho desta estratégia, adotou-se um processo inovador que, desde o início, convidou as empresas a refletir em grupos de trabalho sobre a experiência que cada uma tem no domínio da Indústria 4.0, ouvindo os problemas que identificaram e as soluções que propõem. Foram dez meses de intensa interação com as empresas, *clusters* de competitividade, centros tecnológicos, universidades, multinacionais e associações empresariais, em uma metodologia coordenada pela Deloitte, que foi parceiro estratégico do projeto Indústria 4.0.

A primeira fase do programa, lançada em 2017, tinha um foco sobretudo mobilizador e demonstrador e baseava-se em sete eixos de atuação prioritária: capacitação dos recursos humanos, cooperação tecnológica, criação da *startup* I4.0, financiamento, apoio ao investimento, internacionalização e adaptação legal e normativa.

Todas estas empresas e entidades continuaram envolvidas na implementação da estratégia, pois diversas medidas apresentadas são de iniciativa privada ou de cooperação entre as diferentes entidades reunidas na plataforma Indústria 4.0.

Para assegurar uma eficaz implementação destas medidas, foi assinado um protocolo entre o Ministério da Economia e a Cotec Portugal- associação empresarial para a inovação - que previu que a Cotec seria responsável pela monitorização das medidas e pela sua atualização, já que as necessidades de atuação em contextos digitais mudam rapidamente (COTEC PORTUGAL, 2020a).

Das 64 medidas contempladas no lançamento da iniciativa, 95% foram executadas, abrangendo mais de 24 mil empresas e 550 mil pessoas (PORTUGAL, 2019).

Em abril de 2019, foi lançada a Fase II do programa, que se caracteriza como transformadora, mobilizadora e de alcance massificado, alargando o impacto dos benefícios da adoção da Indústria 4.0 pelo tecido empresarial nacional. Com um horizonte temporal de uma década, até 2030, a iniciativa visa a requalificar e formar mais de 200 mil trabalhadores, envolvendo cerca de 20 mil empresas. Está igualmente previsto o financiamento de mais de 350 projetos mobilizadores (COTEC PORTUGAL, 2020b).



Para estabelecer o objetivo deste novo programa de política pública, destinado a dar continuidade, adaptar e aprofundar o anterior – assim como articular a estratégia para tal – foi necessário compreender de modo mais detalhado a atual situação do país. Para isso, foi realizado um diagnóstico da maturidade digital da economia portuguesa em uma perspectiva industrial. O diagnóstico contou com duas atividades: análise da competitividade nacional e europeia e a pesquisa com empresas e instituições. Para a análise, foi utilizada a ferramenta quantitativa “i4.0 Scoreboard”, que permite diagnosticar a competitividade nacional e europeia no contexto i4.0, desenvolvida pela COTEC com o apoio da prestadora de serviços profissionais KPMG. Alguns dos mecanismos de envolvimento e pesquisa utilizados foram: *open days* e grupos de trabalho dinamizados, eventos organizados e/ou promovidos pela COTEC, bem como as intervenções e debates estimulados nas reuniões do Comitê Estratégico.

Como resultado dessas duas atividades, identificou-se um conjunto de 11 desafios que foram as bases para a construção da Fase II do programa. Ao contrário da Fase I, que atraiu um grupo líder de empresas, com recursos e competências próprias e que já se encontravam sensibilizadas para a i4.0, na Fase II, a abordagem definida tem como um dos principais focos mitigar estas questões de escala e permitir a partilha de conhecimento e recursos entre PME.

A abordagem transformadora proposta assenta-se em três linhas orientadoras alinhadas com os desafios diagnosticados:

- i **Generalizar i4.0:** estimular a massificação da partilha de conhecimento, de experiências e de benefícios da i4.0 entre empresas, fornecedores tecnológicos e instituições
- ii **Capacitar i4.0:** adaptar as competências do capital humano à realidade i4.0 por meio da oferta académica de formação em *skills* digitais e da requalificação da força de trabalho existente, designadamente decorrente de um novo ímpeto de colaboração entre empresas e entidades formadoras
- iii **Assimilar i4.0:** promover a experimentação e adoção de soluções e tecnologias i4.0 por via da facilitação do acesso às competências técnicas e ao financiamento necessário à sua implementação

Para cada uma das linhas orientadoras, foram estabelecidos: contexto e desafios, principais recomendações e principais metas anuais a alcançar.



Além disto, considerando as metas e as recomendações estabelecidas e de modo a aplicar os recursos da forma mais eficiente possível, foi efetuado também um levantamento dos instrumentos já existentes que poderiam contribuir para a execução desses recursos. Nesse sentido, as medidas definidas para a segunda fase do Programa Indústria 4.0 estão enquadradas no ecossistema apresentado, evitando sobreposições e sugerindo melhorias aos programas existentes que fazem parte integral da solução proposta.

Deste modo, identificam-se 11 áreas de atuação no espaço i4.0 para as quais se encontram definidas iniciativas aceleradoras que deverão ser cumpridas para a execução da estratégia de crescimento nacional. Cada iniciativa aceleradora possui a informação do impacto nas recomendações, a sua caracterização, as atividades a desenvolver, as metas, os indicadores, o coordenador e as entidades envolvidas.

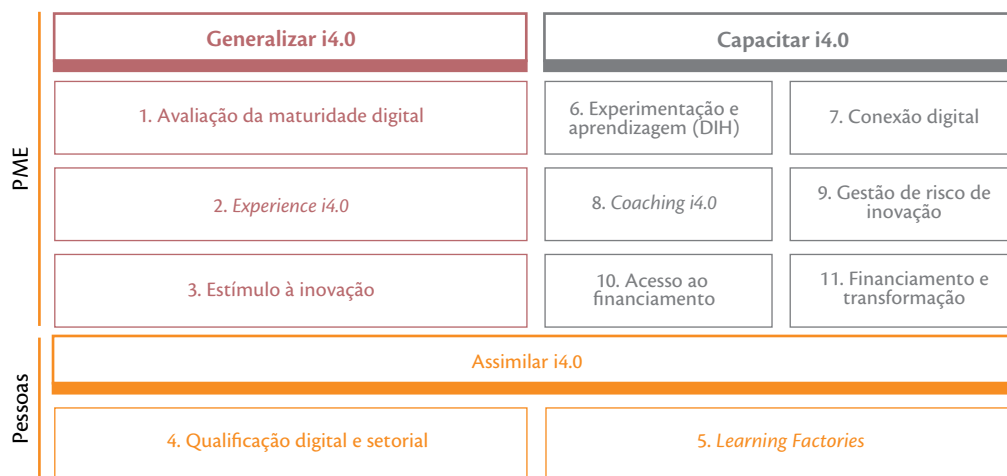


Figura 10 – Perspectiva geral e articulação das Iniciativas Aceleradoras

Fonte: I 4.0 Indústria 4.0 Fase II. Cotec, 2019. Link: https://cotecportugal.pt/wp-content/uploads/2020/01/COTEC_Programa-i4.0_Segunda-Fase_vf1geral-logo.pdf

Como mencionado anteriormente, a abordagem do programa tem como intuito trazer as PME nacionais para a realidade da Indústria 4.0. Neste sentido, importa compreender que o sucesso isolado de qualquer iniciativa apresentada não garante o sucesso global do programa. Apenas a articulação e integração das várias iniciativas, definindo um caminho claro para as PME transitarem do seu estado atual para a Indústria 4.0, contribui para a transformação de modo massificado, consistente e sustentável.



Considera-se fundamental que o programa seja monitorado atentamente, quer na vertente de progresso das iniciativas aceleradoras, quer na vertente do impacto que as mesmas geram nas metas definidas, no progresso do tecido empresarial português na Indústria 4.0 e no crescimento que o mesmo tem para o país.

Deste modo, sugeriu-se um modelo de monitoramento com três mecanismos-chave:

- Articulação entre entidade gestora (COTEC) e coordenadores das iniciativas aceleradoras

Os coordenadores devem reportar bimestralmente o status de implementação das iniciativas aceleradoras, bem como os *outputs* gerados pelas mesmas de acordo com as metas e métricas previamente definidas.

- Avaliação dos impactos diretos nas empresas por meio de um grupo de controle composto por uma amostra de PME

De modo a compreender os impactos diretos do programa no tecido empresarial, a entidade gestora deverá definir um grupo de controle composto por PME, sobre o qual efetuará uma monitorização e escuta contínuas.

- Monitoramento dos macroimpactos do programa por meio do *i4.0 Scoreboard*

A ferramenta *i4.0 Scoreboard*, construída na primeira fase do programa, deverá ser atualizada anualmente (de acordo com a publicação dos indicadores que a constituem), representando a medida última do progresso na Indústria 4.0. A entidade gestora deverá reportar às estruturas governativas do programa, bimestralmente, em sede de Comité Estratégico, os resultados da monitorização.

Objetivos da ferramenta *i4.0 Scoreboard*:

- Caracterizar a realidade e monitorar a evolução de Portugal ao nível da Indústria 4.0
- Comparar o posicionamento nacional face a pares europeus



- Identificar as áreas de melhoria em diversas vertentes, suportando líderes empresariais e decisores políticos no desenho de estratégias e de medidas apropriadas
- Traduzir a digitalização nos seus impactos para a economia e a sociedade (em um nível macro), em termos de crescimento econômico e aumento de competitividade

4.4.2. Estruturas

Para cada iniciativa aceleradora, existe um coordenador, responsável pela articulação das várias entidades que coordenam medidas que contribuem para as metas traçadas. Metodologicamente, a abordagem do coordenador está ancorada nas seguintes atividades:

- Levantamento exaustivo dos programas que contribuem para as metas propostas;
- Identificação dos *outputs* dos programas atuais e do *gap face* às metas traçadas
- Identificação de melhorias aos programas atuais de modo a reduzir o *gap face* às metas
- Desenho e implementação de iniciativas adicionais necessárias para alcançar as metas traçadas, em articulação com as entidades responsáveis pelos programas em curso
- Apresentação de recomendações para aplicação de recursos públicos com vista ao alcance das metas

As associações empresariais, quer pelo papel que desempenham e contato que têm com a realidade das PME, quer por serem promotores responsáveis por várias iniciativas a decorrer e propostas, constituem-se como candidatos naturais ao desempenho da função de coordenador.

O modelo de governança adotado na primeira e na segunda fase do programa demonstrou, até ao momento, não só adequabilidade como resiliência a ciclos políticos. Destaca-se o importante papel dos coordenadores das iniciativas aceleradoras na articulação com as restantes entidades no âmbito do monitoramento do programa.

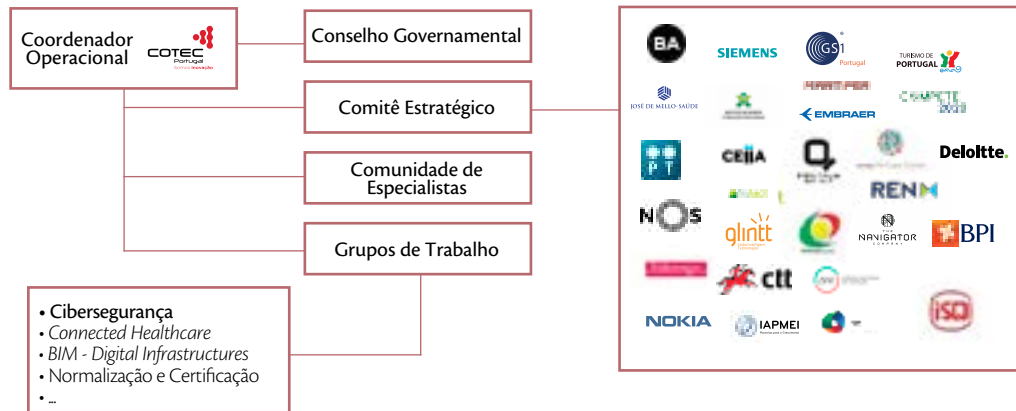


Figura 11 – Modelo de governança da Fase II do Programa i4.0

Fonte: Adaptado I 4.0 Indústria 4.0 Fase II. Cotec, 2019. Link: https://cotecportugal.pt/wp-content/uploads/2020/01/COTEC_Programa-i4.0_Segunda-Fase_vf1geral-logo.pdf

Responsabilidades da Entidade Gestora - COTEC (COTEC PORTUGAL, 2020a)

- Supervisão e acompanhamento da implementação da estratégia nacional
- Monitoramento de todas as atividades nacionais de i4.0 em curso e seus resultados
- Intervenção na dinamização dessas atividades sempre que necessário, envolvendo os seus *stakeholders*, assegurando as interligações entre os respectivos *players* e as demais entidades públicas e privadas chamadas a intervir na implementação do Programa Indústria 4.0, mobilizando a sociedade civil, o sistema científico e tecnológico e as empresas, incluindo as *startups*
- Desenvolvimento de iniciativas específicas, por meio da criação de *think tanks* ou de grupos de trabalho nas áreas de capacitação e formação de recursos humanos, financiamento e apoio ao investimento, adaptação legal e normativa, cibersegurança e roadmap de tecnologias facilitadoras

Coordenação e gestão da Plataforma Portugal Indústria 4.0.

- Acompanhamento do debate, das tendências de mercado e das decisões políticas mais relevantes no nível das instâncias europeias sobre i4.0, por meio da coordenação da participação portuguesa nas plataformas europeias que discutem o tema
- Construção, guarda e partilha do repositório de conhecimento gerado na área da Indústria 4.0



- Proposta de recomendações ao governo de política pública com base na monitorização das atividades nacionais de i4.0

O comitê estratégico é formado por instituições públicas (IPQ, Turismo de Portugal, IEFP-Instituto do Emprego e Formação Profissional etc.), instituições associativas (COTEC, CIP e Portugal Clusters) e setor privado (Deloitte, ISQ, GS1, Nokia, Siemens etc.)

4.4.3. Normalização

O tema da normalização foi considerado um dos seis eixos de atuação prioritária do projeto e trabalhado desde sua primeira fase, dentro do tema adaptação legal e normativa.

Para proporcionar segurança jurídica e um quadro regulamentar que incentive tanto a oferta como a adoção da tecnologia, selecionou-se um conjunto de medidas a enquadrar na iniciativa i4.0 para garantir uma adaptabilidade legal e normativa que permita endereçar os desafios da nova revolução industrial.

Os principais pontos levados em consideração para o estabelecimento das medidas foram a proteção de dados pessoais, os direitos de propriedade intelectual e industrial e normas e especificações. Os principais objetivos são fomentar a participação dos *stakeholders* nas atividades de normalização e desenvolver o quadro legal e acervo normativo nacional, de forma a cobrir as necessidades da quarta revolução industrial.

Participação portuguesa em normalização base para Indústria 4.0

Realização de eventos envolvendo oradores internacionais de países com larga experiência em Indústria 4.0, a fim de transmitir a importância da normalização, quer como base, quer como suporte à interoperabilidade. O objetivo desta iniciativa é assegurar a participação portuguesa nas iniciativas de normalização internacionais relativas à digitalização da indústria e tecnologias associadas, elaborando propostas e criando arquiteturas de referência em nível europeu e internacional.

O responsável por essa medida é o Instituto Português da Qualidade (IPQ), organismo nacional de normalização de Portugal.



Desenvolvimento e implementação de normas de dados e de troca de dados

Apoio às empresas, às entidades públicas e aos agentes económicos portugueses em geral na implementação de normas de dados e de troca de dados. Por meio da utilização destas normas, as tecnologias digitais otimizam processos de produção, facilitam a relação entre os vários intervenientes na cadeia de valor e contribuem para melhorar os benefícios para o consumidor final em qualidade, segurança, eficiência, rastreabilidade e redução de custos.

Destacam-se os esforços que vêm sendo desenvolvidos pela Associação Portuguesa de Identificação e Codificação de Produtos (GS1) no desenvolvimento e comunicação de normas e na disponibilização de ferramentas de suporte (Sync PT) e de desmaterialização de documentos (*e-invoice*).

Os responsáveis por essa medida são o IPQ e o GS1, que é uma organização global, sem fins lucrativos de utilidade pública.

Diagnóstico da normalização

Concepção de uma ferramenta para disseminação pelas empresas, de modo a ter uma base de partida para conhecer o grau de uso e aplicação de normas de produtos, serviços e processos, bem como identificar as necessidades de normalização e formação nesse âmbito. O responsável por essa medida é o IPQ.

Estudo da normalização

A COTEC Portugal coordenou o estudo *A adoção de sistemas de certificação e de normas e a competitividade das empresas* (GS1 PORTUGAL, 2020), iniciativa inédita em Portugal, que se insere na atividade do Grupo de Trabalho do Programa Indústria 4.0. dedicado à certificação de processos e normas industriais, do qual participa a APCER-Associação Portuguesa de Certificação, a GS1 Portugal, o IAPMEI, o IPQ e o ISQ-Centro de Interface e Tecnologia. O estudo contou com a coordenação técnica da NOVA IMS, Faculdade da Universidade Nova de Lisboa, e foi apresentado em abril de 2019 na sede da GS1 Portugal, em uma sessão que contou com a participação de representantes da Apcer, do IAPMEI, do IPQ e do ISQ. Os objetivos do estudo foram:

- Aferir o nível de desenvolvimento da gestão de processos das empresas portuguesas



- Conhecer o grau de utilização de normas e conhecimento de processos de certificação nas empresas portuguesas. Foram consideradas normas gerais, assim como normas específicas, no nível de um setor ou ramo industrial
- Diagnosticar as necessidades de formação das empresas com vistas à realização de ações de formação/sensibilização no âmbito de certificação e normalização
- Desenvolver um modelo de maturidade das empresas quanto ao seu nível de desenvolvimento em termos de certificação e normalização

Entre as conclusões do estudo, destacam-se a penetração de normas nas empresas: três em cada cinco empresas utilizam normas, gerais ou específicas de um setor (62,3%). Das razões apontadas para a implementação de normas, surgem como principais motivos:

- Cultura de melhoria contínua (59,1%)
- Organização interna dos processos (43,3%)
- Exigência dos mercados em que opera (42,3%)

Contudo, é importante destacar que o estudo concentrou-se em normas e termos genéricos e não específicos para o conceito de Indústria 4.0. Como consequência, os resultados dizem respeito a normas convencionais, com destaque para as normas ISO de sistemas de gestão.

4.4.4. Principais resultados da Iniciativa indústria 4.0

Prêmio *Industrial Excellence Award (IAE)* - COTEC, AESE *Business School* e IESE *Business School* promoveram, pela primeira vez em Portugal, o *Industrial Excellence Award*. Internacionalmente, esta iniciativa reconhece, desde 1995, as empresas que se destacam pela qualidade da sua gestão industrial. Esta iniciativa, integrada à Plataforma Indústria 4.0, visa a identificar e a disseminar processos industriais e gestão de excelência em cadeias de valor industrial com resultados expressivos e demonstráveis na melhoria de fatores como custo, serviço, velocidade, qualidade e flexibilidade das operações, com impacto significativo na competitividade das empresas. A COTEC reconhece neste prêmio uma oportunidade de promoção internacional da excelência da indústria portuguesa, dando visibilidade à implementação de sucesso da Indústria 4.0 em Portugal. Além disso, a COTEC acredita que a divulgação destes casos é muito relevante para mobilizar e sensibilizar as empresas sobre a importância da modernização da indústria e da transição para a Indústria 4.0 (COTEC PORTUGAL, 2018a; COTEC PORTUGAL, 2018b).



i-Experience Center 4.0 - Centro de experimentação que visa a apoiar e a estimular a cocriação entre a comunidade universitária e politécnica, os pesquisadores e as *startups* tecnológicas com as empresas industriais, objetivando novas aplicações na produção industrial suportadas pela conectividade digital, cibersegurança, análise de dados, robótica e *software* de última geração. Este centro é um bom exemplo de uma *Learning Factory* que permite a demonstração do potencial das tecnologias da Indústria 4.0 em termos de melhoria da rapidez de resposta, eficiência e maior integração nas cadeias de valor. As empresas industriais e as PME, em especial, podem testar e desenvolver soluções adequadas aos seus desafios específicos. O *i-Experience Center 4.0* está integrado à Academia Siemens 4.0 e foi um investimento da Siemens Portugal para atender uma das medidas estratégicas resultantes da iniciativa Portugal I4.0 que foram apresentadas pelo governo (COTEC PORTUGAL, 2018c; SIEMENS PORTUGAL, 2019).

Casos de estudo - A COTEC Portugal, em colaboração com a AESE *Business School*, desenvolveu casos de estudo de empresas portuguesas que se destacam nos seus setores (COTEC PORTUGAL, 2020c).

Relatório O Impacto da Indústria 4.0 nas PME Portuguesas - A COTEC, em colaboração Roland Kupers, produziu um relatório sobre a Indústria 4.0 e o seu potencial impacto nas Pequenas e Médias Empresa Portuguesas, com base em um conjunto de entrevistas (COTEC PORTUGAL, 2020d). As principais conclusões foram:

- As pessoas são o centro da revolução tecnológica
- A integração da cadeia de valor criará novos desafios
- Poucas empresas antevêm grandes investimentos na i4.0
- O ambiente e as alterações climáticas são temas importantes para as empresas
- O impacto da Indústria 4.0 varia de acordo com o setor
- A adaptabilidade das PME pode ser uma vantagem na implementação da Indústria 4.0

As principais recomendações foram:

- O desenvolvimento de competências i4.0 é uma prioridade
- Criação de plataformas de colaboração
- Acompanhar o impacto das alterações climáticas
- Ética, Normas e Certificações são temas a ter em consideração



Relatório Maturidade das Empresas Portuguesas quanto aos Procedimentos da Indústria 4.0

- Com o propósito de aferir o nível de desenvolvimento da gestão de processos das empresas portuguesas no que se refere aos procedimentos da Indústria 4.0, foi realizado um estudo de mercado, com o apoio da NOVA-IMS. A coleta de informação foi feita por meio de entrevistas utilizando o método *Computer Assisted Online Interview* (CAOI). Foram obtidas 323 respostas de PME e grandes empresas de diferentes setores de atividades e localizações. O relatório, além de apresentar uma visão geral sobre o estágio de adoção de conceitos e tecnologias da Indústria 4.0 nas PME e grandes empresas em Portugal, revela quais os componentes principais responsáveis pela definição do grau de maturidade de gestão dos processos de inovação digital (COTEC PORTUGAL, 2020e).

THEIA COTEC - Curso gratuito que é o mais completo do país em conceitos e tecnologias i4.0, desenvolvido em colaboração com o INESC TEC, no âmbito da Plataforma Portugal i4.0. Com duração de seis horas e composta por 20 módulos em vídeo, esta formação conta com a participação de especialistas em todos os conceitos e tecnologias i4.0 e exemplos práticos de aplicação. Este treinamento inédito em Portugal é dirigido a um vasto público com responsabilidades nos investimentos tecnológicos e na inovação, desde gestores empresários até estudantes e o público em geral (COTEC PORTUGAL, 2020f).

Base de conhecimento - No âmbito do projeto Indústria 4.0, a COTEC Portugal colheu artigos científicos, relatórios e outras publicações sobre o tema. Nesta base de conhecimento, encontram-se revisões bibliográficas, análises de impacto e casos de estudo sobre os tópicos a seguir que compõem a Indústria 4.0 (COTEC PORTUGAL, 2020g):

- Indústria 4.0 - revisão de literatura
- O futuro do trabalho
- A fábrica do futuro
- Sistemas ciberfísicos
- Adaptação legal e normativa
- Sustentabilidade e Indústria 4.0
- Integração das cadeias de valor
- Gestão de risco



Prêmio COTEC i4.0 Challenge - Prêmio com objetivo de promover a Indústria 4.0 para a comunidade acadêmica. Participaram da competição 12 equipes, provenientes de universidades e escolas de todo o país. Quase 70 jovens procuraram encontrar as melhores soluções para transformar dados em decisões de negócio (COTEC PORTUGAL, 2019a).

Relatório Bioeconomia Circular e Digital – Oportunidades para a Transição e Desenvolvimento Sustentável da Economia e Indústria Portuguesa – Em um contexto de grande pressão sobre as empresas e a sociedade, este relatório apresenta novos caminhos para o crescimento da economia portuguesa, demonstrando o potencial da convergência dos setores da bioeconomia e da economia circular. O estudo indica que Portugal tem evoluído de forma positiva e tem potencial para crescer a uma maior velocidade, de forma a convergir com a média europeia e corresponder aos grandes objetivos estabelecidos de transição para uma economia de baixo carbono e de recursos renováveis. Destaca-se o papel determinante das tecnologias digitais 4.0 para apoiar e potenciar esta transição e a necessidade de convergir as agendas da bioeconomia circular e da transformação digital. Este relatório deixa recomendações para a promoção e a implementação da bioeconomia circular, em que a digitalização desempenha um papel determinante e salienta a necessidade de novas políticas e legislação que criem um quadro regulatório e de apoio efetivo. Este estudo foi realizado pela COTEC Portugal, em colaboração com a Universidade Católica Portuguesa e apoiado pelo programa COMPETE (COTEC PORTUGAL, 2020h).

Open Shop Floor Sessions - Sendo uma das medidas previstas no programa Indústria 4.0, os *Open Shop Floors* percorrem todo o país com um calendário que abrange empresas de dimensões e setores de atividade variados, localizadas nas diferentes regiões de Portugal, provando que a Indústria 4.0 pode beneficiar todo o ecossistema industrial do país. Esses eventos são dinamizados pela COTEC Portugal e pelo IAPMEI e visam a demonstrar como as empresas aplicam conceitos de gestão e tecnologias 4.0. Foram realizados, até o momento, 11 eventos, que contaram com a participação de mais de mil pessoas (COTEC PORTUGAL, 2019b).

Publicação em revistas - No âmbito da Plataforma Indústria 4.0, a COTEC Portugal desenvolveu com a Revista Exame Portugal duas edições nas quais foram abordados diferentes temas ligados à Revolução 4.0 (COTEC PORTUGAL, 2020i).

Resultados i4.0 Scoreboard - A COTEC Portugal desenvolveu, com o apoio da KPMG, a ferramenta *i4.0 Scoreboard*. Até o momento, foram emitidos dois relatórios de acompanhamento (COTEC PORTUGAL, 2020j).



THRUST – Technological and Holistic Readiness on Use of Standards & certifications Tool - Desenvolvida pela COTEC Portugal, THRUST é uma ferramenta de autodiagnóstico da maturidade empresarial na adoção de normas e certificação de sistemas de gestão. Esta ferramenta gratuita permite a compreensão das empresas sobre o nível de desenvolvimento da gestão de processos e a preparação para o novo paradigma da Indústria 4.0 (COTEC PORTUGAL, 2020k).

THEIA – Technological and Holistic Engagement for Industry 4.0 Assessment - Desenvolvida pela COTEC Portugal, THEIA é uma ferramenta de autodiagnóstico de maturidade digital do modelo de negócio, um novo referencial para o investimento em inovação digital. Esta ferramenta gratuita permite identificar o nível de maturidade digital em que a organização encontra-se e apoiar o processo de melhoria por meio da identificação das áreas críticas para alcançar o nível de maturidade pretendido (COTEC PORTUGAL, 2020l).

HANDS-ON i4.0 - Série de seminários, sob o formato de webinários transmitidos por uma plataforma on-line e dedicados a explorar o potencial das tecnologias 4.0 e suas aplicações (COTEC PORTUGAL, 2020m). Até o momento existem 14 webinários dos mais diversos temas, como:

- Robótica colaborativa: vantagens da interação homem-máquina
- Cibersegurança: segurança e teletrabalho
- Realidade aumentada na Manutenção Industrial

Grupos de trabalho - Criação de grupo de trabalhos em temas considerados por Portugal como importantes para iniciativa Indústria 4.0, exemplos:

- **Building Information Modelling (BIM)**

No âmbito da Plataforma Portugal Indústria 4.0 e no âmbito do grupo de trabalho *Building Information Modelling: Construção e Infraestruturas*, foi desenvolvido o Relatório *BIM e a Digitalização da Construção e das Infraestruturas* (COTEC PORTUGAL, 2018d). Esta metodologia é muito mais que uma solução tecnológica para a construção em 3D, surge no contexto da digitalização e foca na comunicação de informação entre os intervenientes, incluindo as áreas de projeto, engenharia, construção e manutenção de estruturas.



- *Connected Healthcare*

O Grupo de Trabalho *Connected Healthcare* foi criado pela COTEC Portugal no âmbito da Plataforma Portugal Indústria 4.0, com o objetivo de quantificar o impacto da conectividade e da utilização de um ambiente de gestão e decisão mais “inteligente” (CONET PORTUGAL, 2019c). Com base em quatro casos de estudo selecionados, este grupo de trabalho analisou o possível impacto na eficiência, entre outros benefícios, da aplicação das abordagens identificadas nas áreas da gestão hospitalar e dos meios complementares de diagnóstico e terapêutica. A necessidade de criação deste grupo teve como contexto um quadro de mudança muito exigente nos países desenvolvidos, no qual o setor da saúde, usuários, operadores e Estado procuram oportunidades nos avanços tecnológicos e na transição de uma lógica de serviço de volume para valor, com implicações significativas nos modelos de financiamento, eficiência, contenção de custos e orientação para resultados.

- **Cibersegurança (GTCS)**

O governo criou o Grupo de Trabalho para a Cibersegurança (GTCS), que tem como missão definir boas práticas de cibersegurança para empresas e consumidores. A COTEC Portugal é uma das entidades que será regularmente consultada. A missão do GTCS é disseminar soluções e boas práticas de cibersegurança adotadas no tecido empresarial, em especial para micro e PME de todos os setores. O GTCS pretende também explorar as oportunidades que a cibersegurança oferece enquanto setor econômico. O grupo é composto por representantes do Centro Nacional de Cibersegurança (coordenador operacional e autoridade nacional competente sobre o assunto), da Direção-Geral das Atividades Económicas, da Direção-Geral do Consumidor, da Autoridade de Segurança Alimentar e Económica, da Agência para a Competitividade e Inovação e da Agência Nacional de Inovação.

4.5. Estônia

4.5.1. Aspectos institucionais

A Estônia tem aplicado tecnologia para resolver desafios industriais há mais de 20 anos. A adoção precoce da robótica para ganhos de produtividade e qualidade levou ao desenvolvimento de sensores e sistemas de controle por empresas globais, incluindo ABB, Columbus e Nortal.



Com o tempo, a indústria tornou-se mais sofisticada. Sistemas de gestão empresarial, como os da Proekspert e Tieto, foram desenvolvidos na Estônia para uso global. A experiência em mecatrônica com *software* embarcado oferece suporte a recursos de *hardware* que variam de dispositivos inteligentes a robôs de entrega autônomos. A solução de colaboração baseada em nuvem da GrabCAD, comunidade on-line de engenheiros, designers, fabricantes e estudantes de STEM, de *Big Data* do Planet OS para produtores de energia atraiu prêmios e investidores globais.

A infraestrutura digitalmente habilitada da Estônia, que em breve será 5G (com redes-piloto já lançadas), e a experiência em TI criam a liderança mundial em combinações físico-digitais. *Smart Grid*, uma rede de medidores de energia inteligentes conectados, fornece dados preditivos e em tempo real sobre o consumo para as partes interessadas. A demanda pode ser equilibrada; o mix de produção, otimizado; e o custo e o impacto ambiental, reduzidos. *Smart Grid* é protegido por recursos de segurança cibernética de classe mundial, incluindo *software*, *hardware* anti-adulteração e *Blockchain*.

Acredita-se que o sucesso da Estônia deve-se ao seu ambiente pró-negócios, que oferece suporte a operações ágeis e um ecossistema colaborativo adequado para inovação, desenvolvimento e lançamento de soluções de *hardware* e *software*. As áreas de desenvolvimento incluem monitoramento inteligente, manufatura baseada em dados, robôs e plataformas autônomas.

Com a capacidade digital, uma fonte de vantagem competitiva, a Estônia possui capacidade de fornecer inovação de ponta e engenharia confiável em um ambiente competitivo, inteligente e ágil para a nova era industrial. A Estônia está emergindo como um centro de excelência em automação industrial devido a fatores como:

- Setor industrial avançado, que atende a mercados globais
- Experiência de classe mundial em TI, incluindo sistemas de alta tecnologia, *software*, segurança cibernética e *Blockchain*. A Estônia é considerada, na Europa, como o país número um para identificação eletrônica e segurança cibernética
- Ecossistema colaborativo que apoia a inovação, o desenvolvimento e o lançamento de soluções rápidas
- Ambiente pró-negócios com infraestrutura habilitada digitalmente
- Forte histórico de sucesso em inovação e investimento em automação industrial



4.6. Cingapura

4.6.1. Aspectos institucionais

Para ajudar os fabricantes a darem o primeiro passo em sua jornada de transformação, o *Singapore Economic Development Board (EDB)*, em parceria com uma rede de empresas líderes de tecnologia, consultorias, indústria e especialistas acadêmicos, lançaram o *Smart Industry Readiness Index (SIRI)* e sua matriz de avaliação em novembro de 2017. O SIRI compreende um conjunto de estruturas e ferramentas para ajudar os fabricantes – independentemente do tamanho e da indústria – a iniciar, dimensionar e sustentar suas jornadas de transformação de manufatura. O SIRI cobre os três blocos principais da Indústria 4.0: processo, tecnologia e organização. Apoiando os três blocos de construção, estão oito pilares principais, que representam aspectos críticos nos quais as empresas devem concentrar-se para tornarem-se organizações prontas para o futuro. Finalmente, os três blocos de construção e os oito pilares mapeiam 16 áreas de avaliação que as empresas podem usar para analisar a preparação atual da Indústria 4.0 de suas instalações.

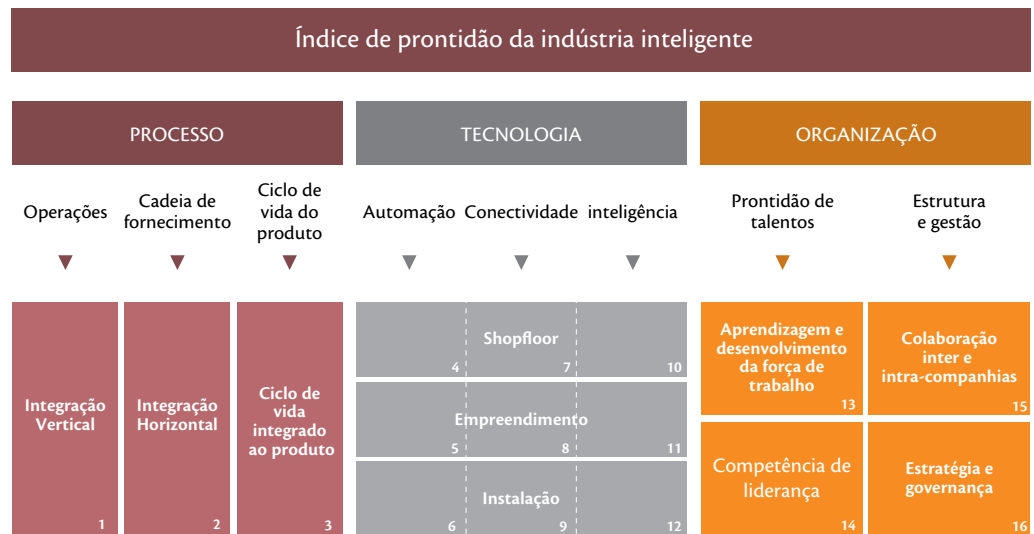


Figura 12 – Visão geral do índice de preparação da indústria inteligente

Fonte: *The Smart Industry Readiness Index. EDB.*

A matriz de avaliação é a primeira ferramenta de autodiagnóstico da Indústria 4.0 que ajuda empresas em todo o mundo – independentemente do tamanho e da indústria – a determinar como iniciar, escalar e sustentar sua transformação da Indústria 4.0. A ferramenta divide cada



uma das 16 dimensões do SIRI em seis faixas progressivas de maturidade. As empresas podem usar a matriz de avaliação para analisar sua maturidade digital atual, comparar-se a pontuações conhecidas de outras empresas e identificar lacunas em potencial em sua transformação.

Para ajudar as empresas a arquitetar seu *roadmap* da Indústria 4.0, a EDB desenvolveu a matriz de priorização, a segunda ferramenta da iniciativa SIRI. A matriz de priorização é uma ferramenta de planejamento de gestão que ajuda as empresas a identificar dimensões SIRI de alta prioridade que gerariam maior impacto para sua organização. Esta ferramenta foi desenvolvida com o apoio dos parceiros de conhecimento McKinsey & Company, Siemens, SAP e TÜV SÜD e foi lançada em 1º de abril de 2019, em Hannover Messe.

A FÓRMULA DA MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO

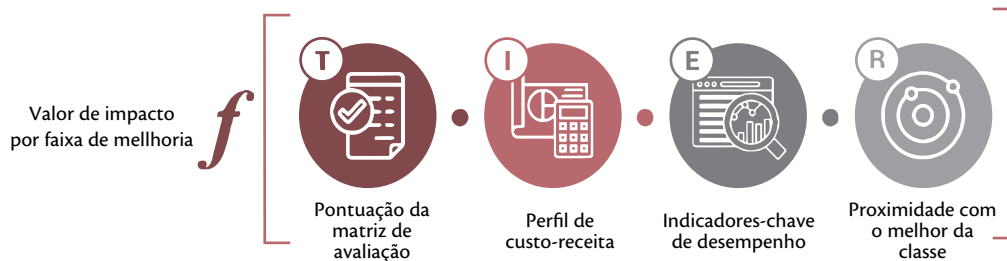


Figura 13 – Fórmula da matriz de priorização

Fonte: *The Smart Industry Readiness Index*. EDB.

Foi lançado em outubro de 2019, na feira *Industrial Transformation Asia Pacific* (ITAP), um relatório com a análise dos dados coletados nas Avaliações SIRI de 200 fábricas em Cingapura. Eles abrangem 12 indústrias de manufatura, variando de pequenas empresas familiares a grandes corporações multinacionais (MNCs) cujas empresas-mãe são originárias de 14 países diferentes da Europa, América do Norte e Ásia-Pacífico. O relatório procura fornecer a todas as partes interessadas no setor industrial:

- Um instantâneo de bancos de dados sobre o estado atual da transformação industrial em vários setores de manufatura
- Observações relativas aos três blocos de construção da Indústria 4.0 – processo, tecnologia e organização e



- Uma referência para os fabricantes avaliarem e compararem seus níveis de maturidade da Indústria 4.0 com os de seus pares no mesmo setor.

Foi lançado, em 2019, o Programa de Assessoria SIRI e seu Esquema de Certificação. O Programa de Assessor SIRI foi estabelecido pelo governo de Cingapura para reconhecer formalmente indivíduos independentes e neutros que são capazes de avaliar uma instalação de manufatura usando o SIRI e as estruturas e ferramentas que o acompanham. O Programa de Assessor SIRI consiste em um curso de treinamento e um esquema de certificação.

Também em 2019, um novo escritório com foco digital foi lançado pelo governo de Cingapura, o *Digital Industry Singapore* (DISG), para melhor trabalhar com o setor privado e identificar oportunidades na nova era digital. O DISG é um escritório conjunto do *Economic Development Board* (EDB), *Enterprise Singapore* (ESG) e *Info-Communications Media Development Authority* (IMDA). Esse escritório une as redes, recursos e programas complementares de EDB, ESG e IMDA e é responsável por consolidar os esforços para atrair investimentos, apoiar negócios locais e trabalhar com a indústria para criar políticas para o futuro. Sua missão é estabelecer Cingapura como um centro de tecnologia global da Ásia.

O DISG transformou a maneira como o governo de Cingapura se envolve com o setor de tecnologia, pois funciona como uma interface única com a indústria. A abordagem simplificada permite que o governo compreenda melhor as necessidades das empresas, com o objetivo de ancorar líderes de tecnologia globais, construir líderes locais e nutrir futuros talentos em Cingapura.

4.6.2. Normalização

Para tornar mais fácil para as empresas atualizarem seus recursos na jornada na Indústria 4.0, a *Enterprise Singapore* e o *Singapore Standards Council*, em colaboração com a *TÜV SÜD Digital Service*, em 2018, desenvolveram o *Standards Mapping for Smart Industry Readiness Index* (SmS). Trata-se de um mapeamento de normas nacionais e internacionais relevantes para os pilares do SIRI (operações, cadeia de fornecimento, ciclo de vida do produto, automação, conectividade, inteligência, estrutura e gerenciamento e disponibilidade de talentos).

Atualmente, esse mapeamento compreende as normas ISO, IEC e *Singapore Standards*. No futuro, será revisado, para incluir novas normas ISO, IEC e Cingapura, e aprimorado, para incluir normas desenvolvidas por outros organismos de normalização.



5. INICIATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0 NA AMÉRICA DO SUL

Em 2016, a *Comisión Económica para América Latina y el Caribe* (CEPAL) e a GIZ, organização de cooperação internacional do governo alemão, realizaram um *workshop* com o objetivo de promover uma primeira aproximação entre atores públicos e privados da região no campo da Indústria 4.0 (manufatura avançada).

O intuito foi desenvolver o conceito da Indústria 4.0 na América Latina, gerando sinergias positivas entre as organizações que estavam desenvolvendo projetos de interesse nessas áreas, e promover a constituição de redes de cooperação entre atores relevantes da região. Durante o *workshop*, os participantes discutiram sobre a transição da manufatura tradicional para manufatura avançada e sobre soluções tecnológicas para a Indústria 4.0. Foram também apresentados alguns casos de sucesso de manufatura avançada, bem como instrumentos de inovação para setores estratégicos priorizados no Chile. O evento contou com a presença de 80 pessoas, dentre eles palestrantes do Chile, México e Brasil. Os palestrantes do Brasil foram os diretores do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI) e Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (Fundação Certi) (CEPAL, 2016), representando os setores público e privado, respectivamente.

Em 2019, foi realizado outro evento, o seminário A transformação do emprego diante a revolução digital e a automação (CEPAL, 2019), organizado conjuntamente com o governo e Senado do Chile, com o apoio da GIZ. O evento contou com a presença de autoridades, parlamentares, especialistas internacionais e atores públicos e privados. A mensagem principal foi de que as políticas públicas devem apoiar a construção de sistemas institucionais sólidos que facilitem a transição para novos modelos de produção. Fortalecer a integração regional e a complementaridade das cadeias de valor, adaptar os sistemas educacionais e sociais e promover uma mudança estrutural progressiva em direção a setores de maior sofisticação tecnológica e conhecimento incorporado também foram aspectos identificados como importantes.

Apesar dos esforços, em 2020, ainda há poucos países da América Latina que possuem estratégias ou estão no caminho para a 4ª revolução industrial.



5.1. Argentina

Desde 2016, a Argentina, por meio da Secretaria de Transformação Produtiva do Ministério da Produção e pelo Instituto Nacional de Tecnologia Industrial (INTI), trata do assunto Indústria 4.0 (INTI, 2016). Em 2019, o governo argentino lançou o Plano Indústria Argentina 4.0, para promover a competitividade do setor produtivo mediante a incorporação de tecnologias emergentes como o uso de *Big Data*, impressão 3D, inteligência artificial e design, entre outros. O objetivo é promover as capacidades tecnológicas e produtivas das empresas, o aumento de sua participação nos mercados internacionais e a criação de empregos de qualidade. A criação do Plano Industrial Argentina 4.0 envolve a coordenação de todos os esforços que são feitos dentro do Ministério da Produção e Trabalho e da Secretaria de Ciência e Tecnologia para reduzir as lacunas de conhecimento na indústria 4.0 das PME, aproximar as empresas para a oferta disponível de soluções 4.0 e construir capacidades em trabalhadores e empresários para gerar uma cultura de adaptação à mudança tecnológica (ARGENTINA, 2020). O plano, designado Plan de Transformación Digital PyME y Plataforma Industria Argentina 4.0, inclui uma Plataforma da Indústria Argentina 4.0. Dentre as medidas e ações, o Plano conta com:

- Centros de tecnologia
- Fortalecimento dos centros de tecnologia existentes e criação da Rede de Centros de Tecnologia 4.0
- Educação, treinamento e conscientização
- Programas de qualificação profissional em ocupações 4.0, *workshops* de capacitação e disseminação de tecnologias 4.0
- Sistema Nacional de Assistência Tecnológica 4.0
- Rede de Especialistas e Articuladores Tecnológicos que auxiliam empresas no diagnóstico e identificação de projetos ligados às tecnologias 4.0
- Incentivos
- Incentivos fiscais e financeiros para adoção de tecnologia 4.0
- Investimentos



- 10 bilhões de pesos (cerca de US\$ 130 milhões) de investimento privado em tecnologias 4.0 avançadas com financiamento público de 2,5 bilhões de pesos (cerca de 32 milhões de dólares norte-americanos).

Ainda em 2019, foi publicado o trabalho *Travesía 4.0: Hacia La Transformación Industrial Argentina* (BID, 2019) que investigou, por meio de entrevistas com empresas de seis ramos da indústria manufatureira argentina, aspectos como o grau de penetração atual e esperado de novas tecnologias e o impacto atual e esperado sobre a demanda de mão de obra nas empresas do setor. O desenho da pesquisa, a seleção dos setores e o marco conceitual seguiram as diretrizes do projeto Indústria 2027 do Brasil, promovido pela Confederação Nacional da Indústria (CN) e que contou com o apoio técnico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) (CNI, 2021).

5.2. Uruguai

O Uruguai lançou, em 2019, o projeto Impulsa Indústria, executado pela Câmara das Indústrias do Uruguai e financiado pelo Instituto Nacional de Emprego e Formação Profissional (INEFOP). Seu objetivo é estimular a geração de projetos de desenvolvimento industrial por meio da prestação de serviços que promovam a incorporação de novas capacidades e a articulação entre empresas industriais, empresários, pesquisadores, estudantes e serviços ligados à indústria. O projeto conta com o Instituto Nacional de Tecnologia Industrial da Argentina (INTI) como parceiro estratégico para traçar um *roadmap* para a Indústria 4.0 no Uruguai. Serão desenvolvidas capacidades em instituições e especialistas em *software*, desenho industrial e engenharia para identificar oportunidades de inserção de tecnologias 4.0 em pequenas e médias empresas industriais. Essas capacidades permitirão que as empresas industriais nacionais estabeleçam planos de transformação digital e recebam apoios adicionais para a implementação das ações nele propostas. Como resultado adicional, o país poderá responder às seguintes questões: em que ponto tecnológico estão as empresas industriais? Quais são as necessidades tecnológicas do setor industrial? Quais podem ser as soluções tecnológicas de aplicação no setor industrial passíveis de incorporação? (IMPULSA INDÚSTRIA, 2019).



5.3. Colômbia

Na Colômbia, em 2019, o Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) publicou o documento *Aspectos Básicos de la Industria 4.0*. Este documento apresentou uma revisão sobre os aspectos básicos da Indústria 4.0, especificamente tópicos como abordagens conceituais, desafios, visão, recursos e tecnologias digitais. Além disso, também foi desenvolvida uma revisão sobre o modelo de maturidade e as implicações de políticas públicas para a Indústria 4.0. Este estudo contribuiu para a consolidação do conceito da Indústria 4.0 no que diz respeito à adoção de novas tecnologias de manufatura e forneceu uma visão geral das tendências para identificar e rastrear suas principais estratégias de adoção (COLÔMBIA, 2019). Também em 2019, foi inaugurado, em Medellín, o Centro para a Quarta Revolução Industrial (em inglês, *Center for Fourth Industrial Revolution*, ou C4IR)¹². Esta é a primeira instituição latino-americana dessa natureza, que trabalhará em projetos relacionados a Inteligência Artificial, internet das coisas, robótica, cidades inteligentes, aprendizagem de máquina e *Blockchain* (RUTA N, 2020).

5.4. Chile

No Chile, também em 2019, foi publicado o estudo *Diseñando El Chile Futuro* da ASIMET e do Conselho Mineiro, elaborado por economistas. Os objetivos foram dar um primeiro passo na busca de oportunidades e na criação de um *roadmap* para a inserção do Chile na quarta revolução industrial e, acima de tudo, constituir um sinal de alerta para conscientizar sobre a urgência de tomar essa linha de reindustrialização a tempo de não ficar para trás (MARFÁN; MELLER, 2019).

¹² Os Centros para a Quarta Revolução Industrial (C4IR) são espaços que reúnem diversos stakeholders para elaborarem políticas e estabelecerem acordos de colaboração que permitam superar entraves e acelerar os benefícios da ciência e da tecnologia. O primeiro C4IR foi estabelecido em março de 2017, em San Francisco, Estados Unidos; em 2018 foi a vez da Índia, China e Japão. Em 2019 foram abertas as unidades dos Emirados Árabes Unidos (28 de abril), da Colômbia (30 de abril) e a rede de C4IRs em breve contará com unidades na África do Sul e Israel. (FERREIRA, 2019).



5.5. Outros países da região

Na Bolívia, há movimentos isolados da universidade e de alguns setores na direção da Indústria 4.0 (CBHE NEWS, 2019; SIB, 2020). O principal motivo pode ser o fato de que a Bolívia não possui uma indústria manufatureira sólida, o que requer pesados investimentos em automação para alcançar um aumento substancial da produtividade. Portanto, a indústria nacional e as empresas permanecem próximas das técnicas tradicionais de gestão de processos. As transformações e inovações tecnológicas geralmente são tratadas por meio da compra de *software* de terceiros estrangeiros (BAMBOO, 2019). Em 2019, a Câmara Nacional das Indústrias (CNI) da Bolívia publicou a *Proposta de Política Industrial para a Bolívia*, na qual aborda timidamente a Indústria 4.0 (CNI, 2019).

No Equador, empresas estão discutindo o assunto, mas a migração para a tecnologia que faz da Indústria 4.0 uma realidade ainda parece ser lenta. Um dos obstáculos para sua adoção em massa parecem ser os altos custos de investimento. A indústria equatoriana de alimentos e cosméticos está na vanguarda da Indústria 4.0 e, no setor de construção, os primeiros passos já estão sendo dados, com a modernização de alguns processos. No entanto, não há políticas de governo alinhadas a esses processos e uma coesão entre academia (ALVARADO, 2020; UNIR, 2021), Estado (ECUADOR, 2020) e setor industrial (COMPUTERWORLD, 2018) para definir um modelo de indústria para os próximos anos (ITAHORA, 2018).

Não foram identificadas informações relevantes sobre avanços na Indústria 4.0 na Guiana, na Venezuela, no Paraguai, no Peru e na Suriname. Convém acrescentar também que, nos documentos e sítios na *internet* consultados, não se registraram menções à normalização no contexto da Indústria 4.0.



6. O CENÁRIO ATUAL DO BRASIL PARA A NORMALIZAÇÃO NA INICIATIVA INDÚSTRIA 4.0

6.1. Aspectos institucionais

O então Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), em parceria com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), lançou em 2017 a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 para o período de 2017 a 2019. A agenda teve como objetivo contribuir para a transformação das empresas em direção à Indústria 4.0 e foi estruturada em etapas, seguidas de acordo com o grau de maturidade ou necessidade de cada empresa (ABDI, 2018). Em outras palavras, o conjunto de medidas, estruturado a partir do conceito de jornada para a Indústria 4.0, previa um amplo suporte ao empresário que pretendia seguir o caminho da transformação digital.

Vale destacar que a agenda continha propostas de normalização e regulamentação (SOUZA, 2018), entre as quais destacam-se:

- Robôs colaborativos (COBOT) – atualização de diversas normas (NR-12, ISO 10218:1, 13849, por exemplo) para acelerar a robotização da indústria brasileira
- Polo Industrial de Manaus (PIM) 4.0 – ajustes de instrumentos (PPBs, P&D, PPIs etc) para permitir que as empresas do PIM realizem investimentos na modernização e digitalização do seu parque industrial
- Privacidade e proteção de dados – aprovação de marco legal que garanta segurança jurídica à indústria em um contexto digital

Em 2018, foi lançada a Indústria 2027, uma iniciativa do Instituto Euvaldo Lodi (IEL) e da CNI em parceria com a UFRJ e a Unicamp. O objetivo foi avaliar como oito grupos de tecnologias impactam a economia no Brasil nos cinco e dez anos seguintes, para descobrir como o País pode crescer e proteger-se de riscos a partir das inovações disruptivas. Em outras palavras, o intuito foi avaliar como essas oito tecnologias impactam e transformam a dinâmica de dez setores produtivos (Figura 14) (CNI, 2020; MEI, 2018; CNI, 2018a).



Sistemas produtivos	Focos setoriais
Agroindústrias	Alimentos processados
Insumos Básicos	Siderurgia
Química	Bioeconomia
Petróleo e Gás	E&P em Águas Profundas
Bens de Capital	Máquinas e implementos Agrícolas, Máquinas e Ferramenta, motores elétricos, equipamentos de GTD
Complexo Automotivo	Veículos leves
Aeroespacial, Defesa	Aeronáutica
Tecnologias de Informação e Comunicação	Sistemas e equipamentos de Telecom, Microeletrônica, <i>Software</i>
Farmacêutica	Biofármacos
Bens de Consumo	Têxtil e Vestuários

Figura 14 – Indústria 2027

Fonte: Final Report Building the Future of Brazilian Industry. MEI, 2018. Link: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/8f/26/8f267223-f41b-4b8a-8247-939df15b8de5/sintese_miolo_ing.pdf



Dentre outros resultados, esta iniciativa apontou que os setores industriais de bens de capital, agroindústria e automotivo são os que mais apostam na dominância de tecnologias 4.0 para a competitividade dos negócios até 2027 (CNI, 2018b).

Em 2019, a Câmara Brasileira da Indústria 4.0 – coordenada pelo então Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e pelo Ministério da Economia (ME) – construiu um plano de ação para a manufatura avançada no Brasil para o período de 2019 a 2022, em parceria com mais de 30 instituições do governo, da iniciativa privada e da academia. O Plano de Ação da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 do Brasil busca alavancar o uso de conceitos e práticas relacionados à Indústria 4.0 no Brasil e, com isso, aumentar a competitividade e a produtividade das empresas nacionais. Outros objetivos são melhorar a inserção do País nas cadeias globais de valor e introduzir o uso de tecnologias da manufatura avançada nas pequenas e médias empresas (CÂMARA DA INDÚSTRIA 4.0, 2019).

O documento é formado por ações e iniciativas divididas em quatro temas:

- Desenvolvimento tecnológico e inovação
- Capital humano
- Cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores
- Regulação, normalização técnica e infraestrutura

Para todos esses temas, foram previstas formas de financiamento e de fomento para inserir as empresas no ambiente da Indústria 4.0. Na Tabela 3, destacam-se as ações e as iniciativas do tema regulação, normalização técnica e infraestrutura.

Tabela 3 – Ações e iniciativas do tema Regulação, Normalização Técnica e Infraestrutura

	Ações	#	Descrição das Iniciativas
1	Promover o estabelecimento e difusão de Regulamentos e Normas Técnicas relacionados à Indústria 4.0.	1.1	Difundir para as empresas melhores práticas de Proteção de Dados incluindo a Lei nº 13.709/2018 (LGPD) e legislação de outros países ou blocos sobre proteção de dados para suprimir ou mitigar fragilidades no uso de tecnologias de informação e comunicação da Indústria 4.0, divulgando cartilha sobre a aplicação da LGPD.
		1.2	Disseminar acultura da segurança da informação nas empresas.



	Ações	#	Descrição das Iniciativas
		1.3	Atuar com as instituições responsáveis para a criação da Autoridade Nacional de Proteção de Dados e regulamentar dispositivos da Lei nº 13.709/2019.
		1.4	Promover a adequação da legislação trabalhista que dispõe sobre a segurança de máquinas e relações homem-máquina. (NR-12, NR-13 e outras).
		1.5	Estimular a elaboração de normas técnicas para arquitetura, interoperabilidade e integração de tecnologias da informação e comunicação da Indústria 4.0.
2	Estimular a oferta de infraestruturas e ambientes tecnológicos apropriados para suporte da Indústria 4.0.	2.1	Acompanhar a tramitação e aprovação do PLC nº 79/2016 que altera as leis nº 9.472/1997 e 9.998/2000 e o PLC nº 7656/2017, que desoneram os dispositivos de Internet das Coisas, e ações correlatas que envolvam alteração legislativa.
		2.2	Aperfeiçoar e divulgar o Observatório para a Indústria 4.0 (Observatório 4.0).
3	Promover o uso de instrumentos financeiros que habilitem pequenos provedores a obterem financiamento para construção de redes de acesso.	3.1	Identificar e divulgar para os pequenos provedores instrumentos como: <ul style="list-style-type: none"> • Fundo de Investimento em Participações (FIP) para empresas de IoT e Indústria 4.0. • BNDES Máquinas, Sistemas e Serviços 4.0. • Execução de Projetos Pilotos BNDES de IoT. • BNDES Direto 10. • ANEP IoT. • Finep Aquisição Inovadora com contratação direta e indireta (empresas que tenham Portaria MCTIC nº 950/2006).

Fonte: retirado do Plano de Ação da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 do Brasil 2019-2022

Atualmente, os representantes da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 estão divulgando novas iniciativas, como cursos, capacitações, eventos, programas de apoio financeiro e gerencial em plataforma eletrônica específica para a Indústria 4.0 no Brasil. Este projeto, chamado de Mapeamento 4.0, é uma iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Telecomunicações (MCTI) e do Serviço Nacional de Aprendizagem Nacional (SENAI-DN) (MAPEAMENTO 4.0, 2020). O site do Mapeamento 4.0 apresenta as 92 iniciativas cadastradas no Brasil distribuídas em um mapa que permite análises por Estado ou Região do País.

Em 2017, de acordo com sua missão de promover o desenvolvimento sustentável e competitivo da economia brasileira, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), em parceria com o então MCTIC, apoiou a realização de um estudo para o diagnóstico e a proposição de plano de ação estratégico para o País em Internet das Coisas (IoT). O estudo teve



como objetivos realizar um diagnóstico e propor políticas públicas no tema Internet das Coisas para o Brasil e foi organizado em quatro fases:

- i Diagnóstico geral e aspiração para o Brasil
- ii Seleção de verticais e horizontais
- iii Aprofundamento e elaboração de plano de ação (2018 - 2022) e
- iv Detalhamento das principais iniciativas do plano de ação

Ainda estão disponíveis, em plataforma on-line, os relatórios do estudo, assim como os vídeos, apresentações e conteúdos produzidos nos *workshops* e seminários realizados ao longo das quatro fases do projeto (BNDES, 2017).

Em 2019, o governo federal instituiu o Plano Nacional de Internet das Coisas, por meio do Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019. A finalidade é implementar e desenvolver a Internet das Coisas no Brasil, com base na livre concorrência e na livre circulação de dados e com observância das regras de segurança da informação e de proteção de dados pessoais. Os objetivos do plano são:

- Melhorar a qualidade de vida das pessoas e promover ganhos de eficiência nos serviços por meio da IoT
- Promover a capacitação profissional para desenvolvimento de soluções de IoT e a geração de empregos na economia digital
- Incrementar a produtividade e fomentar a competitividade das empresas brasileiras de IoT, por meio de inovações no setor
- Buscar parcerias com os setores público e privado para a implementação da IoT e
- Aumentar a integração do Brasil no cenário internacional da IoT

O plano estabelece também a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas (Câmara IoT) como órgão de assessoramento para acompanhar e implementar o Plano Nacional de IoT. A composição da Câmara IoT terá representantes de cinco ministérios. O MCTI vai presidir a entidade, que contará ainda com participação das pastas de Economia, Agricultura, Saúde e Desenvolvimento Regional.



Estrutura da Câmara Brasileira da Indústria 4.0

A Câmara Brasileira da Indústria 4.0 (Câmara I4.0) foi formalizada em 3 de abril de 2019. Em sua organização, a Câmara I4.0 é integrada por um Conselho Superior, Secretaria Executiva e Grupos de Trabalho (GT), com funções de gestão e governança (ver Tabela 4).

Tabela 4 – Câmara Brasileira da Indústria 4.0

		Conselho Superior														
		Membros														
		MCTIC	ME	Finep	CNPq	ABDI	Sebrae	Embrapii								
		Grupos de trabalho														
Secretaria Executiva	Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Coordenação MCTIC)	Capital Humano (Coordenação MCTIC)		Cadeias Produtivas e Desenvolvimento de Fornecedores (Coordenação ME)		Regulação, Normalização Técnica e Infraestrutura (Coordenação ME)										
	1	ABDI	16	CNPq	1	Abruem	12	ABDI	1	ABDI	14	Abes	1	ABII	16	ABDI
	2	Abimaq	17	Sebrae	2	Andifes	13	Abes	2	Abimaq	15	Abiplast	2	Abimaq	17	Abramat
	3	Abinee	18	ABStartups	3	Capes	14	ABO20	3	Abinee	16	Abisemi	3	Abinee	18	ABO20
	4	Abipti	19	Abramat	4	CNI	15	AEA	4	Abiquim	17	ABStartups	4	ABNT	19	VDI-Brasil
	5	Anpei	20	Abisemil	5	CNPq	16	Eletros	5	Abit	18	AEA	5	Anatel	20	MBC
	6	Anprotec	21	GS1 Brasil	6	Conif	17	Abia	6	Anfavea	19	Eletros	6	BNDES	21	GS1 Brasil
	7	BNDES	22	Abia	7	Crub	18	CAESenado	7	BNDES	20	Sindipeças	7	Brasscom	22	Abia
	8	CNI	23	Brasscom	8	MCTIC			8	CNI	21	GS1 Brasil	8	CNI	23	CAESenado
	9	Confap	24	CAESenado	9	ME			9	Finep	22	Abia	9	CNPq		
	10	Embrapii			10	MEC			10	MCTIC	23	CAESenado	10	Finep		
	11	Finep			11	Senai			11	ME			11	Inmetro		
	12	MCTIC							12	Sebrae			12	MCTIC		
	13	ME							13	Senai			13	ME		
	14	P&D Brasil											14	SinditeleBrasil		
	15	Senai											15	Softex		

Fonte: Plano de Ação da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 do Brasil 2019-2022. Câmara I4.0, 2019. Link: https://www.gov.br/economia/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/arquivos/camara_i40_plano_de_acaoversao_finalrevisada.pdf



Vantagens competitivas

Do ponto de vista da Indústria 4.0, o Brasil, infelizmente, não conta com muitas vantagens competitivas. De fato, os principais estudos fazem mais referência aos desafios do País do que a vantagens reconhecidas, como é o caso, por exemplo, da publicação *Insights sobre transformação digital e oportunidades para TICs no Brasil: Relatório e recomendações* (DELOITTE, 2018; IEDI, 2018).

Ainda assim, entre alguns dos pontos positivos, pode-se mencionar que a estrutura industrial brasileira é considerada bastante diversificada e uma das mais internacionalizadas de todas as indústrias existentes no mundo. Também se menciona que

“O Brasil possui empresas e instituições com condições de construir uma estratégia consistente e vigorosa em direção à Indústria 4.0. O seu sistema de ciência dá sinais de vitalidade importantes. No âmbito da tecnologia, apesar de tantos observadores continuarem a ver apenas a metade vazia do copo, os sinais de vigor são crescentes e cada vez mais promissores, com resultados que mostram o longo caminho já percorrido e resultados cada vez mais robustos.” (IEDI, 2017).

Nesta perspectiva, também é possível mencionar como potenciais vantagens competitivas a existência de setores modernos e abertos a mudanças e desafios, como é o caso do agronegócio. Além disso, podem ser exploradas algumas características da cultura brasileira, como a abertura à inovação, a criatividade e a flexibilidade.

Desafios

O presente trabalho não discutirá todos os desafios que a jornada para a Indústria 4.0 impõe ao Brasil – que têm sido objeto de outras publicações – mas somente os que dizem respeito especificamente à normalização para a Indústria 4.0. Estes desafios são, principalmente os seguintes:

- Reconhecimento da normalização como ferramenta estratégica para a competitividade pelo governo, pelo setor empresarial e pelas demais partes interessadas

Nas últimas décadas do século 20, foram feitos grandes esforços para promover a qualidade e a infraestrutura da qualidade (no Brasil designada de Tecnologia Industrial Básica). Um dos marcos deste esforço foi o próprio Programa Brasileira da Qualidade e Produtividade (PBQP), na década de 1990, e um dos frutos gerados foi uma crescente percepção, por parte dos vários setores da sociedade, da importância dessas ferramentas e da infraestrutura para o desenvolvimento nacional, a competitividade e a qualidade de vida. Como consequência, assistiu-se a um aumento do



reconhecimento do papel da normalização como ferramenta estratégica para a competitividade por parte dos diversos atores. O Brasil reformou seu sistema de normalização, intensificou a participação na normalização nacional e internacional, empenhou esforços para a capacitação de recursos humanos nesses temas e promoveu a participação das micro e pequenas empresas no processo de normalização, como resultado do amadurecimento mais amplo da sociedade em relação à Tecnologia Industrial Básica.

Não obstante o impulso percebido nos anos 1990 e na primeira década deste século, há indícios de que essa percepção vem perdendo força (como fica claro quando se fala sobre a participação na normalização internacional). Em conclusão, percebe-se que a normalização é uma questão central e estratégica para a Indústria 4.0.

Nota-se que, nos primeiros documentos sobre o assunto no Brasil – como o estudo conduzido pela CNI em 2016 (CNI, 2016), pela Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (Abimaq), em 2018 (ABIMAQ; UFRGS; NEO, 2018), e pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), em 2018 (ABINEE, 2018) – não fazem referência à normalização. Esta falta de visão é um desafio relevante para a uma eficaz estratégia brasileira de normalização para suportar a Indústria 4.0 no País.

Naturalmente, o Grupo de Trabalho de Regulação, Normalização Técnica e Infraestrutura da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 é reflexo de um reconhecimento da importância deste papel estratégico, o que pode ser estendido aos seus integrantes. Contudo, o desafio está em mobilizar, convencer e engajar o tecido empresarial e os demais atores para a compreensão do papel da normalização no contexto da Indústria 4.0.

Acrescente-se que uma das consequências desta ausência da percepção da importância estratégica da normalização, pelo menos em relação às décadas anteriores, é a disponibilidade de pessoal com as competências adequadas em relação à normalização.

- Participação na normalização (nacional e internacional)

Um dos principais aspectos em relação à eficácia do papel da normalização como ferramenta estratégica para a competitividade é o grau de participação na normalização internacional. Nos últimos 30 anos, o Brasil ficou estagnado no que diz respeito a este aspecto.



O Gráfico 1 ilustra esta situação ao comparar o número de comitês técnicos da ISO dos quais o Brasil participa ativamente (como membro P – Participante) com o número correspondente da China. Pode-se notar claramente que o grau de participação da China é maior do que o brasileiro e vem crescendo consistentemente. Além disso, a decisão de participar como membro P é do organismo nacional de normalização, que o faz quando conta com o envolvimento dos setores da sociedade relacionados ao tema do comitê e estes se interessam e se comprometem a participar. Dito de outra forma, não se trata de a ABNT decidir ou não participar de um determinado comitê, mas de as partes interessadas no tema de trabalho do comitê técnico se organizarem e comprometerem a participar ativamente.

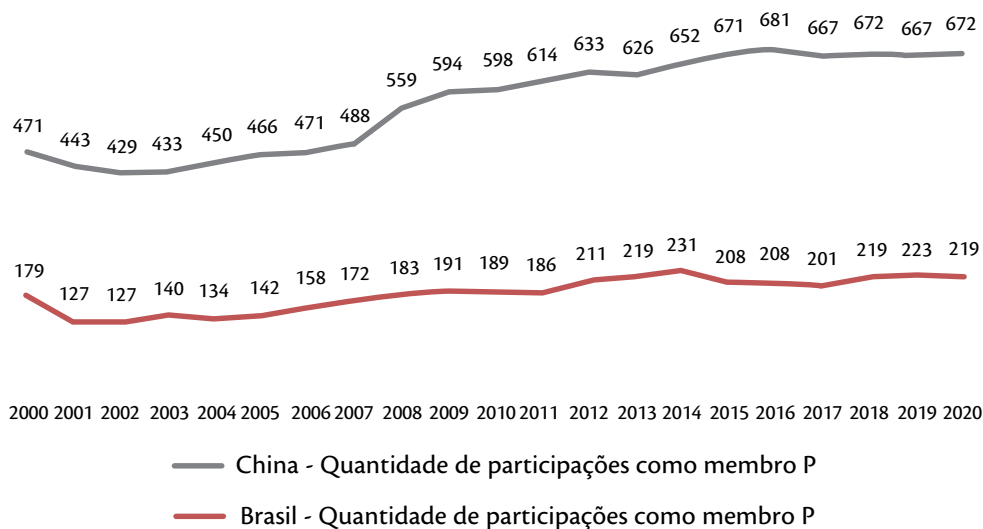


Gráfico 1 – Número de participação como membro P (participante) em comitês técnicos da ISO, comparação China e Brasil, de 2000 a 2020

Fonte: ABNT, 2020

Participar ativamente dos trabalhos de um comitê técnico é a base de uma participação efetiva na normalização internacional. O protagonismo na participação e a maior capacidade de influência ocorrem quando o país assume um papel de liderança nos trabalhos. A maneira mais evidente (e eficaz) é assumir a secretaria técnica de um comitê técnico. Este papel significa, naturalmente, um maior comprometimento de recursos e um maior envolvimento.



De maneira semelhante ao que se viu em relação à participação como membro P, a quantidade de secretarias técnicas assumidas pelo Brasil na ISO é diminuta e segue estagnada ao longo dos últimos 30 anos.

O Gráfico 2 compara o número de secretarias assumidas pela China e pelo Brasil nos últimos 20 anos. Pode-se perceber um aumento dramático número de secretarias de comitês técnicos assumidos pela China nos últimos 15 anos, resultado de uma estratégia deliberada de intensificação na participação na normalização internacional daquele país.

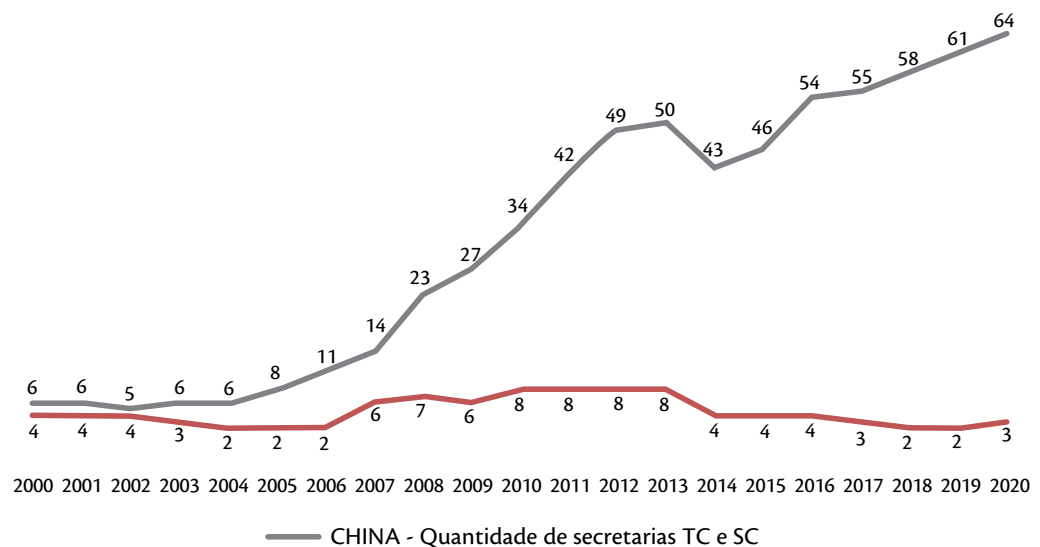


Gráfico 2 – Participação na normalização internacional Brasil x China. Número de secretarias técnicas de comitês técnicos da ISO (TC e SC) de 2000 a 2020

Fonte: ABNT.

Efetivamente, em termos mais gerais, o quadro da participação dos diversos países nos trabalhos da ISO, seja em termos de participação ativa em comitês técnicos (como membro P), seja no número de secretarias técnicas assumidas mostra claramente a importância que os países mais ativos e líderes no comércio internacional dão para a normalização. A Tabela 6 apresenta os dados relativos aos membros mais ativos da ISO.



Tabela 5 – Participação na normalização internacional. Países com participação mais intensa na ISO: em número de secretarias técnicas e como membros P (participantes) de TC e SC. Dados de 2020.

País	Número de secretários PC, TC e SC	Número de membros P
Alemanha	129	674
Estados Unidos	104	575
Reino Unido	76	693
Japão	74	628
França	74	599
China	64	672
Itália	20	558
Suécia	26	451
Coreia, Países Baixos	19	556
...	13	444
BRASIL	03	233

Fonte: ABNT.

Participar ativamente da normalização internacional não é apenas um exercício de vontade e de visão estratégica, mas exige comprometimento e alocação de recursos, especialmente recursos humanos competentes.

De uma forma geral, em todo o mundo, a participação na normalização internacional é custeada pelas empresas e organizações em que os especialistas trabalham. Há casos em que, para setores estratégicos, os governos apoiam a participação de representantes dos seus países, mas, geralmente, o custo é suportado pelas empresas e outras organizações.

É por isso que a percepção da normalização como uma ferramenta estratégica para a competitividade é decisiva para uma atuação eficaz e para que um país e suas empresas colham os frutos dessa participação.

Para além dos recursos humanos e financeiros, é necessário também contar com estruturas dedicadas para essa atividade, os chamados comitês espelho, em que as posições nacionais são construídas. Para alcançar o consenso e a capacidade de acompanhar os trabalhos internacionais,



também são necessários métodos e processos apropriados. A ABNT conta com esses métodos, processos e ferramentas informatizadas, comparáveis aos dos países mais ativos.

Além dos recursos humanos dedicados, o custo com as viagens internacionais também é importante, nada desprezível e, muitas vezes, constitui-se em um impeditivo para uma atividade mais eficaz e consequente. Contudo, a intensificação do uso das ferramentas das TIC possibilita formas diferentes de participação, também eficazes. A pandemia de Covid-19 acelerou profundamente esta tendência, de tal forma que não há reuniões presenciais na normalização internacional desde o início da pandemia, situação que deve perdurar por tempo indeterminado. Isto representa uma oportunidade de aumentar a participação internacional.

Diante do exposto, é evidente a necessidade de garantir que os representantes brasileiros também participem da normalização internacional e contem com todos os meios necessários para uma defesa firme dos interesses do setor, reforçando a coordenação entre os órgãos competentes e orientando as ações para concretizar os objetivos econômicos e industriais.

Caso o Brasil não participe dos trabalhos de normalização, o País fica sujeito ao risco de que as normas internacionais não considerem as necessidades e interesses nacionais, em particular:

- Os desenvolvimentos regulatórios nacionais existentes ou condições nacionais particulares
- A tecnologia desenvolvida por empresas nacionais
- As necessidades das PME e dos consumidores brasileiros, que têm maiores dificuldades em participar diretamente em fóruns ou consórcios privados
- O conhecimento que existe e é constantemente gerado nacionalmente em diferentes entidades, públicas ou privadas

A participação em todos os comitês internacionais de normalização e nos comitês nacionais espelho está aberta a qualquer entidade brasileira por meio da ABNT, no caso da ISO e da IEC. Convém ainda destacar que a participação na normalização internacional, para além de possibilitar que o País influencie os trabalhos e as tendências, também é um poderoso mecanismo de transferência de tecnologia, isto é, uma das maneiras mais eficientes de atualizar e acompanhar a evolução da fronteira do conhecimento. Não é raro ver iniciantes em determinados temas que, rapidamente, tornam-se especialistas e desempenham um papel primordial de inclusão e disseminação nacional do conhecimento advindo da participação internacional.



Lacunhas a superar

Para alcançar – aproveitar – uma participação mais intensa na normalização internacional, é necessário superar algumas lacunas nacionais. São elas:

- Coordenação

A participação na normalização internacional requer um bom nível de coordenação dos trabalhos e participações. O cenário da normalização internacional para a Indústria 4.0 envolve um número grande de comitês técnicos e grupos de trabalhos; diferentes tecnologias e públicos; e muitos especialistas e partes interessadas. Assim, é necessário assim contar com mecanismos de coordenação das atividades de normalização que sejam ágeis e eficazes, para que as diferentes frentes de trabalho evoluam de maneira coerente e consistente.

Este é um desafio importante para a normalização brasileira, em que não há uma forte tradição de coordenação e gestão (na verdade, esse é um problema generalizado no mundo e o Brasil não está só nesse desafio). Não obstante, as atividades de normalização são historicamente muito compartimentadas no Brasil, com os comitês técnicos, por exemplo, interagindo de maneira muito limitada. A par disso, o planejamento da normalização também é pouco desenvolvido no País, o que representa um desafio adicional.

Para que a iniciativa de participação na normalização internacional para a Indústria 4.0 tenha êxito, será necessário desenvolver mecanismos eficazes para a coordenação dos trabalhos dos diversos órgãos técnicos nacionais e as suas respectivas participações nos diversos órgãos internacionais.

Por outro lado, abre-se também uma possibilidade estratégica que ser de interesse da indústria brasileira: assumir um certo grau de liderança e coordenação no âmbito da América Latina, uma vez que o tema da Indústria 4.0 está a dar os primeiros passos na América do Sul e o Brasil é o país mais ativo na normalização internacional na região. Em particular, no âmbito do Mercosul, é possível criar sinergias e potencializar a participação na normalização internacional com atenção para as cadeias de valor das indústrias brasileiras e do bloco.

- Visão estratégica

É crítico desenvolver e implementar uma visão estratégica da participação na normalização internacional para a Indústria 4.0. Os recursos são limitados e o Brasil precisa ter uma visão



daquilo que quer alcançar e abranger; de questões com as quais vale a pena envolver-se; e do que é prioritário. Como a Indústria 4.0 abrange as cadeias de valor e afetará as PME, para além dos elos da cadeia que estão em outros países, a construção dessa visão estratégica e a sua gestão são fatores primordiais para a eficácia e a eficiência do esforço. Para isso, é necessário construir essa visão estratégica compartilhada entre as diversas partes interessadas relevantes e desdobrá-la nas atividades de planejamento e coordenação dos trabalhos de normalização. Essa é uma tarefa, portanto, que compete à ABNT, alcançando e engajando as entidades empresariais, o governo, a academia, etc. Para isso, é importante estabelecer mecanismos de governança que possibilitem o estabelecimento dessa visão e sua implementação.

- Recursos

Como já mencionado, desenvolver normas e participar ativamente deste desenvolvimento custa recursos importantes, sem os quais não será possível alcançar os objetivos pretendidos para a normalização. Tratam-se essencialmente de recursos humanos competentes, com disponibilidade e grau de dedicação compatíveis. Outros recursos são também necessários, como plataformas informáticas, processos de gestão e participação em reuniões físicas no estrangeiro – este último, atualmente, em escala menor, dada a intensificação das atividades de normalização à distância. Ainda assim, há a necessidade de dedicar tempo às atividades de coordenação, disseminação e construção de consenso.

Esses recursos, majoritariamente, cabem às empresas e às entidades. Contudo, dado o significado estratégico da participação internacional, convém considerar a contribuição que o governo pode dar para o esforço, especialmente para os trabalhos de gestão, coordenação, disseminação e eventuais reuniões internacionais. O Brasil tem bons exemplos de parcerias entre as contribuições das empresas e do governo e fomento em iniciativas de normalização internacional, como são os casos da qualidade, gestão ambiental ou o turismo.

- Capacitação

A capacitação de recursos humanos para a participação nas atividades de normalização internacional é um dos principais desafios. Não é suficiente o especialista dominar o conhecimento técnico da sua área de especialidade. É necessário desenvolver capacidades de negociação, conhecer os processos, regras e métodos das diversas atividades de normalização e fazer tudo isto em uma língua estrangeira. Ainda será necessário divulgar e disseminar os resultados desses trabalhos e



decodificar a informação especializada das normas técnicas para que alcancem um público mais amplo (em especial o pessoal das empresas e das PME).

Para isso, é necessário desenvolver iniciativas de capacitação de recursos humanos para as atividades de normalização e para o uso do conhecimento técnico aportado pelas normas. Este esforço deve ser articulado e mobilizador e deve envolver as partes interessadas relevantes.

- Priorização

O Brasil não pode fazer tudo, nem participar de tudo. Assim, é necessário priorizar os temas, setores e atividades em que vale a pena se envolver ativamente – até com uma certa liderança –, decidir quais acompanhar e também aqueles que não são prioritários. Para isso, deve-se estabelecer, de maneira dinâmica, mecanismos de priorização e de implementação dessa priorização, o que tem a ver com uma gestão estratégica do processo, que tem que ser necessariamente participativo. O meio para tal é estabelecer um mecanismo de governança dedicado à atividade da normalização da Indústria 4.0, de maneira semelhante àquela que outros países adotaram.



7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Alemanha, EUA, Espanha e Portugal, citados neste documento, consistem em exemplos de países que não aguardam o surgimento de tecnologias que revolucionarão a produção industrial, mas contribuem ativamente na sua criação e difusão, acelerando a transformação de sua indústria para a Indústria 4.0.

A Quarta Revolução Industrial é uma evolução que ocorre em todo o mundo e tem o potencial de moldar uma economia global com uma produção mais eficiente e sustentável. Se o Brasil quiser explorar esse potencial, deve agir proativamente, organizar-se e fortalecer a cooperação internacional em áreas como normalização, acesso a bancos de ensaio e apoio a pequenas e médias empresas.

Convém considerar os seguintes pontos como conclusões acerca da normalização e Indústria 4.0:

- A normalização é estratégica, estruturadora e potencializadora para a Indústria 4.0
- Os países mais desenvolvidos, assim como o G20, destacam o papel da normalização como chave para alcançar e implementar de maneira consistente a Indústria 4.0
- Os governos dos países líderes nessa transformação consideram a normalização o centro da sua estratégia
- A Indústria 4.0 necessita das normas. Quanto mais internacionais forem, melhor
- Normas são as bases e as fundações da I4.0
- As PME são um dos pontos centrais e críticos da maioria das estratégias nacionais – em particular pelo seu papel nas cadeias de valor
- A Indústria 4.0 é um objeto complexo e requer que a complexidade seja abordada abrangendo 4 dimensões:
 - › Ciclo de vida dos produtos
 - › Ciclo de vida da produção
 - › Ciclo de vida dos negócios (gestão)
 - › Cadeia de valor



- As questões críticas são as seguintes:
 - › Interoperabilidade
 - › Arquiteturas e modelos de referência
 - › Comunicação e fluxo de dados e informações
 - › Integração
 - › Segurança – dados, pessoas, processos

Recomendações

A Indústria 4.0 requer um processo amplo de modernização e transformação da indústria brasileira como um todo. Essa transformação deve incluir conhecimento, capacitação e uso de novas tecnologias; e uma estratégia de longo prazo para implementação da Indústria 4.0 no Brasil.

Uma transformação ampla como essa implica em mudanças profundas, inclusive culturais. À luz das informações analisadas neste relatório e das conclusões apresentadas, recomenda-se:

- Estabelecer uma iniciativa brasileira de normalização para a Indústria 4.0 e granjear o engajamento e comprometimento da indústria, do governo, de órgãos de fomento, da academia e de outras partes interessadas relevantes
- Estabelecer um mecanismo de governança para a iniciativa
- Estabelecer objetivos e metas e gerir o seu alcance
- Buscar e implementar cooperação internacional para apoiar a iniciativa
- Considerar a cooperação com a Alemanha e outros parceiros
- Considerar o desdobramento da iniciativa brasileira ao nível do Mercosul, com atenção especial aos elos da cadeia de valor na região
- Promover a consideração, o engajamento e a inclusão das PME na iniciativa
- Mobilizar a participação e engajamento do setor privado, do governo, da academia e de outras partes interessadas na iniciativa, inclusive com alocação de recursos
- Promover a adoção das normas internacionais pertinentes, e a divulgação e disseminação dos resultados da iniciativa.



Para implementar estas recomendações, é importante considerar alguns elementos que aumentam as chances de sucesso e constituam o *Roadmap da normalização para a Indústria 4.0 no Brasil*, com os seguintes elementos:

7.1. Liderança

Em um processo transformador, a liderança do governo é um dos elementos-chave decisivos. Alcançar a visão exigirá a mobilização dos setores público e privado, recursos e infraestrutura, eventuais mudanças na estrutura regulatória e comunicação intensiva com as várias partes interessadas. A liderança deve ser exercida no mais alto nível de governo (secretários de Estado, ministros, presidente da República, etc.) para manifestar o compromisso público.

Como a normalização é uma atividade essencialmente privada (de interesse público, reconhecida pelo Estado, mas de natureza privada), a liderança deve contar também com o envolvimento e engajamento ativo de lideranças do setor privado, em especial da indústria. Um terceiro ator que tem um papel essencial no exercício da liderança é a própria ABNT, como o organismo nacional de normalização do Brasil. Assim, a liderança deve ser exercida e percebida como tripartite, isto é, exercida no mais alto nível e de maneira articulada pelos três setores: governo, empresas e ABNT. Isto requer concertação, maturidade e convergência.

Esta liderança deve então ser exercida de forma contínua e consistente, além de ser vista e percebida. A liderança irá mobilizar, orientar, enfrentar e superar dificuldades e obstáculos. É claro que o exercício da liderança envolve vários níveis hierárquicos de governo, mas sempre deve ficar claro, para todos os interessados, que o governo está efetivamente comprometido com a concretização da visão e agirá para que isso aconteça.

É fundamental que a visão estratégica seja formulada de forma muito clara e compartilhada pelo governo, pela iniciativa privada e pela sociedade. A visão deve ser inspiradora e mobilizadora; representar um objetivo claro e facilmente compreensível; ser fortemente comunicada; e funcionar como norte para que todos os envolvidos saibam claramente para onde querem ir.

A visão também deve ser uma declaração de onde se deseja chegar como resultado das mudanças pretendidas. Além disso, precisa ser clara, de longo prazo, inspiradora, mobilizadora, permitindo



que todas as ações e medidas a serem implementadas sejam alinhadas e compreendidas. Objetivos, estratégias e ações devem ser capazes de ser vinculados como etapas para alcançar a visão. Também é importante estabelecer um prazo para o alcance da visão (por exemplo: “em 2030, o Brasil alcançará plenamente a visão estabelecida para a Indústria 4.0”).

7.2. Governança

O esforço de normalização para a Indústria 4.0 requer que se estabeleça um processo de governança apropriado. A iniciativa transcende a participação na ISO e na IEC, embora estas estejam entre os organismos mais importantes. Também possui destaque o Setor de Normatização das Telecomunicações da União Internacional de Telecomunicações (ITU-T), no qual a participação brasileira é efetuada pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel).

A governança deve ser o mecanismo que possibilita que a liderança e a visão sejam postas em prática, além de articular os níveis político, estratégico e operacional, coordenando a iniciativa junto à ABNT.

Não se trata de estabelecer uma instância que interfira na gestão da ABNT ou da normalização brasileira, mas sim um mecanismo que possibilite a articulação das diversas ações e atividades da normalização para a I4.0, respeitando o funcionamento próprio da normalização, mas contribuindo para o engajamento dos diversos atores e para a coordenação e articulação com as demais ações da iniciativa brasileira para a Indústria 4.0.

A composição e o formato do GT de regulação, normalização técnica e infraestrutura da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 podem ser uma fonte inspiradora, mas o GT não pode delegar tais funções. O modelo de governança deve ser negociado com a ABNT e deve ainda considerar o Comitê Brasileiro de Normalização (CBN) e a Anatel.



7.3. Estratégia

Deve-se estabelecer uma estratégia para a Normalização para a Indústria 4.0 Brasileira, na qual se indiquem com clareza os grandes objetivos e as escolhas e caminhos para alcançá-los. O ideal é que se possam derivar objetivos e metas que possam ser monitorados e se acompanhar a sua execução.

7.4. Planejamento, coordenação e priorização

É importante desenvolver um eficaz mecanismo de planejamento das atividades de normalização para a Indústria 4.0 no Brasil, articulando as instâncias nacional, regional (se houver) e internacional. A agenda de trabalho para a Indústria 4.0 é muito ampla, complexa e multidisciplinar. Sem planejamento, será muito difícil alcançar resultados eficazes.

Para que o processo de planejamento tenha êxito e, mais ainda, seus objetivos e resultados pretendidos sejam alcançados, será necessário desenvolver e implementar capacidades importantes de coordenação. São muitos comitês e grupo de trabalho distintos. A compartimentação dos trabalhos deve ser evitada, o que é um desafio. Assim, embora a história da coordenação da normalização no Brasil não seja particularmente rica, novas competências terão que ser desenvolvidas e implementadas nesse campo, sem as quais a iniciativa não dará resultados. Pode-se considerar, por outro lado, uma oportunidade para a ABNT e para o Brasil (na verdade, a coordenação deve alcançar também a participação na ITU-T e abranger, portanto, a Anatel). A coordenação deve ser horizontal e vertical, no sentido dos temas, organizações, partes interessadas e níveis dos órgãos técnicos.

Também é essencial o foco permanente de priorização e gestão das prioridades, dado que não é possível participar de tudo. A priorização deve ser um exercício que articule as visões estratégica e operacional, além das diversas partes interessadas.



7.5. Participação

A participação ativa na normalização internacional será a concretização e a materialização da iniciativa. Para isso, é preciso contar com as pessoas e as organizações nas quais trabalham. Este talvez seja um grande desafios. É necessário assegurar a participação qualificada e ativa nos temas que foram selecionados como prioritários e a continuidade desta participação. Para isso, o engajamento das partes interessadas é crucial.

7.6. Adoção

Um desdobramento importante da participação na normalização é a adoção das normas internacionais como normas brasileiras, que consome recursos importantes e é também a face visível do esforço de normalização.

Convém examinar se é viável adotar normas internacionais sem necessariamente realizar de imediato a tradução dos respectivos textos para o português. A maneira como Portugal procede hoje em dia para a adoção das normas europeias (EN) como normas portuguesas (NP) pode ser estudada como um exemplo.

7.7. Disseminação e difusão

Além do esforço de participação e adoção, é importante fazer com que as normas (e o resultado do esforço de normalização, de maneira mais ampla) chegue aos potenciais usuários e afetados. A disseminação e a difusão das normas é a chave para que as empresas as utilizem e a Indústria 4.0 torne-se uma realidade. Esta ação vai além do esforço de comunicação e implica em descodificar a norma, adicionar material de suporte e capacitar pessoas e organizações na sua aplicação a disseminação.



7.8. Mobilização de recursos

Implementar a iniciativa de normalização para a Indústria 4.0 no Brasil exigirá um vigoroso esforço de mobilização de recursos, em especial recursos humanos (com a correspondente disponibilidade de dedicação de tempo). Este esforço deve ter como foco o setor privado, no qual estão os especialistas. Aos recursos alocados pelo setor privado, será acrescentado apoio, que pode ser oriundo de fomento – como o oferecido pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) – para alargar a participação, e envolver e engajar PME, academia e outras partes interessadas. Será necessário um esforço para persuasão e demonstração do valor obtido e gerado pelos investimentos. A mobilização de recursos será um dos pontos críticos da iniciativa.

7.9. Capacitação

Será necessário estabelecer um processo contínuo e abrangente de capacitação de pessoas e de organizações para a participação na normalização internacional e nacional e a sua difusão e multiplicação.

7.10. Normalização moderna

A complexidade dos temas da Indústria 4.0, a aceleração das mudanças e evoluções tecnológicas, o novo contexto trazido pelo amadurecimento das TIC e as consequências da pandemia de Covid-19 demandam novas maneiras e métodos para potencializar a normalização. A iniciativa de normalização para a Indústria 4.0 no Brasil muito se beneficiaria da adoção de novas maneiras ou aperfeiçoamentos, no que poderia ser chamado de uma normalização moderna. Como já mencionado, as normalizações internacional e regional, no caso europeu, estão engajadas em modernizar os seus processos, de maneiras que podem inspirar a adoção de iniciativas semelhantes no Brasil. Essa normalização moderna poderia abordar:



- **Ampliação**

Ações para ampliar a participação do Brasil na normalização internacional, por exemplo, pela intensificação do uso de ferramentas de trabalho colaborativo e trabalho à distância. Isto requer processos, procedimentos e mecanismos de gestão apropriados. É importante assegurar a construção do consenso, além da representatividade e da legitimidade da participação, mas de uma maneira que não a desencoraje ou burocratize.

- **Planejamento**

Desenvolver e utilizar, de maneira mais robusta, a função de planejamento da normalização, ainda incipiente no Brasil. Esta é uma mudança cultural profunda, mas que traria resultados muito significativos para a potencialização, a eficácia e a eficiência da normalização. O processo de planejamento deve ser participativo e proativo.

- **Coordenação**

Ações para evitar a granularização, a compartimentação e o desalinhamento das atividades de normalização devem ser desenhadas e implementadas. A coordenação assegura a convergência, a consistência e a coerência da normalização e a otimização do uso dos recursos, além de potencializar o alcance dos resultados pretendidos.

- **Aceleração**

Processos mais modernos, com coordenação eficaz, permitirão acelerar substancialmente a construção do consenso e obtenção de resultados estáveis para a normalização. A aceleração deve ser promovida sem comprometer o consenso, a participação e a legitimidade das normas, além da sua estabilidade como referência técnica.

- **Adoção**

Estabelecer mecanismos expeditos para a adoção de normas internacionais em setores específicos sem necessariamente traduzir os textos e considerar também a utilização de *softwares* de tradução para acelerar a adoção de normas internacionais.



- **Disseminação e difusão**

Intensificar e utilizar meios inovadores para a disseminação e difusão das normas Internacionais e as normas brasileiras correspondentes.

- **Mobilização de recursos**

Considerar novos mecanismos para mobilizar recursos para a normalização, inclusive contratação e alocação de recursos sob a ótica de gestão de projetos.

- **Capacitação**

Capacitar o pessoal envolvido nas atividades de normalização, sejam os especialistas ou os profissionais de normalização que apoiam os trabalhos técnicos, lançando mão de mecanismo de aprendizado acelerado, ensino a distância, etc.



Figura 15 – Ilustração do *Roadmap* da normalização para a Indústria 4.0 no Brasil

Fonte: Elaboração própria.



REFERÊNCIAS

5G ALIANCE FOR CONNECTED INDUSTRIES AND AUTOMATION - 5GACIA. **Site**. 2020. Disponível em: <https://www.5g-acia.org/>. Acesso em: 17 set. 2020.

AFNOR NORMALISATION. **The economic impact of standardization technological change, standards growth in France**. June 2009. 36 p. Disponível em: <https://normalisation.afnor.org/wp-content/uploads/2016/06/Etude-ImpactEcoNorm-GB2009.pdf>. Acesso em: 2 out. 2020.

ALLIANCE FOR INTERNET OF THINGS INNOVATION – AIOTI. **Site**. Disponível em: <https://aioti.eu/>

ALVARADO, Priscilla. La industria 4.0 empieza a influir en la oferta académica. **Revista Líderes**. 28 ene. 2020. Disponível em: <https://www.revistalideres.ec/lideres/industria-influye-oferta-academica-universidades.html>

ARGENTINA. Ministerio de Desarrollo Productivo. **Plan de transformación digital PyME y plataforma industria Argentina 4.0**. 2020. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/produccion/medidas-desarrollo-industrial/transformacion-digital>

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN – UNE. **Especificacion UNE 0060:2018**. 2018b. Disponível em: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060640>. Acesso em: 17 set. 2020.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN – UNE. **Especificacion UNE 0061:2019**. 2019. Disponível em: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0061541>. Acesso em: 17 set. 2020.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN – UNE. **Estandarización para la industria 4.0 informes de normalización**. Disponível em: http://www.manufacturing-ket.com/wp-content/uploads/2017/04/NOV_DOC_Tabla_AEN_45144_1-1.pdf. Acesso em: 17 set 2020.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN – UNE. **Los estándares garantizarán el éxito de la industria 4.0**. 2018a. Disponível em: <https://pasosfirmes.es/industria-4-0/>



ASOCIACIÓN MERCOSUR DE NORMALIZACIÓN - AMN. **Cartilha AMN**. São Paulo: 2007. Disponível em: https://www.amn.org.br/Content/Documentos/ptCartilha_AMN_FINAL2.pdf

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO - GS1 BRASIL. **O que é a indústria 4.0:** entenda seu histórico de desenvolvimento. nov. 2020. Disponível em: <https://blog.gs1br.org/o-que-e-a-industria-4-0-entenda-seu-historico-de-desenvolvimento/> Acesso em: 17 set 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS - ABIMAQ; Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS; Núcleo de Engenharia Organizacional – NEO. **Indústria 4.0**, Mapeamento das tecnologias, Relatório Geral, 2018. Disponível em: <http://abimaq.org.br/COMUNICACOES/2018/PROJETOS/DEPTOS/IPDMAQ/Relatorio-Geral-Completo.pdf>. Acesso em: 2 out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA - ABINEE. **Propostas para a inserção do Brasil na 4a revolução industrial**. 2018. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/programas/prog19.htm>. Acesso em: 17 set. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI. **Agenda brasileira para a indústria 4.0:** o Brasil preparado para os desafios do futuro. Brasília, DF: 2018. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br/>. Acesso em: 17 set 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA - ABNT. **Conceitos**. Níveis da normalização. 2014a. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/niveis-de-normalizacao>. Acesso em: 04 ago. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA - ABNT. **Entendendo e participando da normalização**, 2012. 46 p. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7f708065e9ab78c761cf7ecad1f5d94b/\\$File/5298.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/7f708065e9ab78c761cf7ecad1f5d94b/$File/5298.pdf). Acesso em: 04 ago. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA - ABNT. **Programa anual de normalização**, PAN. 2014b. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/normalizacao/programa-anual-de-normalizacao-pan>. Acesso em: 04 ago. 2020.



[BAMBOO] La cuarta revolución industrial: ¿oportunidad o amenaza? **Opinión**,
Diário de circulação nacional. 30 jun. 2019. Disponível em: <https://www.opinion.com.bo/articulo/ramona/bamboo-cuarta-revoluci-oacute-n-industrial-iquest-oportunidad-amenaza/20190630230000680085.html>

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO - BNDES. **Estudo “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil”**. 2017. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>. Acesso em: 17 set. 2020.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO – BID. **Travesía 4.o hacia la transformación industrial argentina**. 2019. 108 p. Disponível em: <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2019/06/Traves%3%ADa-4.o-hacia-la-transformaci%3%B3n-industrial-argentina.pdf>

BLIND, Knut; JUNGMITTAG, Andre; MANGELSDORF, Axel. **The economic benefits of standardisation**. An update of the study carried out by DIN in 2000. Berlin: DIN, jan. 2012. 24 p. Disponível em: <https://www.din.de/blob/89552/68849faboeeaaafb56c5a3ffee9959c5/economic-benefits-of-standardization-en-data.pdf>. Acesso em: 2 out. 2020.

BOUGHTON, P. **ISO brochure: international standards and private standards**. 21 feb. 2013. Disponível em: <https://www.engineerlive.com/content/22478>

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTI. **Câmara IOT. Consulta Pública: Identificação dos tópicos de relevância para a viabilização da Internet das Coisas no Brasil**. Brasília: 2016. 116 p. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/aiot.pdf>. Acesso em: 17 set 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTI. **Programa tecnologia industrial básica e serviços tecnológicos para a inovação e competitividade**. Brasília, 2001. 97 p. Disponível em: <http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/815/1/Programa%20Tecnologia%20Industrial%20B%3%A1sica%20e%20Servi%3%A7os%20Tecnol%3%B3gicos%20para%20a%20Inova%3%A7%3%A3o%20e%20Competitividade.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2020.



BRIARD, Ines. **Digital transformation: Recent strategic development and the way forward for an efficient and fast standardization process.** 2019. 17 p. Disponível em: https://sesei.eu/wp-content/uploads/2019/12/Digital-Transformation-of-Standards_CENCENELEC_Ines-Briard.pdf. Acesso em: 17 set. 2020.

CÂMARA DA INDÚSTRIA 4.0. **Plano de ação da Câmara Brasileira da Indústria 4.0 - 2019-2022.** Brasília – DF: set. 2019. 10 p. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/arquivos/camara_i4o__plano_de_acaoversao_finalrevisada.pdf

CAMARA NACIONAL DE INDUSTRIAS - CNI. **Propuesta de política industrial para Bolivia.** enero, 2019. 116 p. Disponível em: http://www.cnibolivia.com/publ/235_politica-industrial-cni-2019-1.pdf

CBHE NEWS. **Organizan 1er workshop digital business en Bolivia, industria 4.0.** 2019. Disponível em: <http://cbhenews.cbhe.org.bo/?p=1259>

CENTRO DE INNOVACIÓN Y NEGOCIOS DE MEDELLÍN - RUTA N. **Curta revolución industrial.** 2020. Disponível em: <https://www.rutanmedellin.org/es/cuarta-revolucion-industrial>

CENTRE FOR ECONOMICS AND BUSINESS RESEARCH – CEBR. **The Economic contribution of standards to the UK Economy.** June 2015. 108 p. Disponível em: <https://www.bsigroup.com/LocalFiles/en-GB/standards/BSI-standards-research-report-The-Economic-Contribution-of-Standards-to-the-UK-Economy-UK-EN.pdf>. Acesso em: 2 out. 2020.

COLÔMBIA. Ministério de Tecnologias de la informacion y las comunicaciones. **Aspectos básicos de la indústria 4.0.** 2019. 43 p. Disponível em: https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf

COMISIÓN ECNÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE - CEPAL. **La transformación del empleo ante la revolución digital y la automatización.** Santiago, Chile, 3 mar. 2019. Disponível em: <https://www.cepal.org/es/eventos/la-transformacion-empleo-la-revolucion-digital-la-automatizacion>



COMISIÓN ECNÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE - CEPAL. **Taller de trabajo: Industria 4.0.** Santiago, Chile, 3 mayo 2016. Disponível em: <https://www.cepal.org/es/eventos/taller-trabajo-industria-40>

COMISSÃO EUROPÉIA CE. **Comunicação da comissão ao parlamento europeu, ao conselho e ao comité económico e social europeu.** Programa de trabalho anual da União no domínio da normalização europeia. Bruxelas, 2013. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0561:FIN:PT:PDF>. Acesso em: 05 out. 2020.

COMITÊ BRASILEIRO DE NORMALIZAÇÃO – CBN. **Estratégia brasileira de normalização, 2009-2014**, fev. 2009. 36 p. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/noticias/conteudo/Estrategia.pdf>. Acesso em: 2 out. 2020.

COMPUTERWORLD. **Industria 4.0: la nueva era de los negocios.** 2018. Disponível em: <https://computerworld.com.ec/actualidad/tendencias/1112-industria-4-0-la-nueva-era-de-los-negocios.html>

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Bens de capital, agroindústria e automotivo serão os mais dominados pelas tecnologias 4.0, diz estudo da CNI.** 2018b. Disponível em <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/noticias/bens-de-capital-agroindustria-e-automotivo-serao-os-mais-dominados-pelas-tecnologias-40-diz-estudo-da-cni/>. Acesso em: 17 set. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Desafios para Indústria 4.0 no Brasil.** 2016. 37 p. Disponível em: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/d6/cb/d6cbfba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf. Acesso em: 17 set 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Indústria 2027.** 2020. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/>. Acesso em: 17 set. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Indústria 2027: estudo de sistema produtivo.** 2018a. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/5/industria-2027-estudo-de-sistema-produtivo/#final-report-building-the-future-of-brazilian-industry%20>. Acesso em: 17 set. 2020.



CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Normalização, conhecendo e aplicando na sua empresa.** Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2012/9/normalizacao-conhecendo-e-aplicando-na-sua-empresa/>

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Publicações.** 2021. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027/publicacoes/>

CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA,
NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL- CONMETRO. **Resolução nº 4 de 22 de dezembro de 2016.** Dispõe sobre Aprovação de Diretrizes Estratégicas para a Normalização Brasileira. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000254.pdf>. Acesso em: 2 out. 2020.

COTEC EUROPA. **The future of work: educational implications.** 2020. Disponível em: https://cotecportugal.pt/wp-login.php?redirect_to=https%3A%2F%2Fcotecportugal.pt%2Fpt%2Fcourses%2Fwork-4-o-o-futuro-do-trabalho%2F. Acesso em: 2 out. 2020.

COTEC PORTUGAL. **2.ª Reunião do Conselho Estratégico da Plataforma Portugal i4.0 assinalada com inauguração do Siemens i-Experience Center 4.0.** 2018c. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/2018/02/19/2-a-reuniao-do-conselho-estrategico-da-plataforma-portugal-i4-o-assinalada-com-inauguracao-do-siemens-i-experience-center-4-o/>. Disponível em: Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **A indústria da construção tem de se preparar para uma nova era.** 2018d. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/2018/09/23/a-industria-da-construcao-tem-de-se-preparar-para-uma-nova-era/>

COTEC PORTUGAL. **Bioeconomia circular e digital: oportunidades para a transição e desenvolvimento sustentável da economia e indústria portuguesa.** 2020h. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/2020/04/02/bioeconomia-circular-e-digital-oportunidades-para-a-transicao-e-desenvolvimento-sustentavel-da-economia-e-industria-portuguesa/>. Acesso em: 17 set. 2020.



COTEC PORTUGAL. **Casos de estudo indústria 4.0. 2020c.** Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/projects/casos-de-estudo-industria-4-0/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **COTEC e AESE promovem industrial excellence award.** 2018a. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/2018/03/01/cotec-e-aese-promovem-industrial-excellence-award/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **COTEC Portugal, AESE e IESE promovem as melhores práticas da indústria portuguesa a nível internacional – Sessão de apresentação do Industrial Excellence Award.** 2018b. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/2018/10/11/cotec-portugal-aese-e-iese-promovem-as-melhores-praticas-da-industria-portuguesa-a-nivel-internacional-sessao-de-apresentacao-do-industrial-excellence-award/>. Acesso em: 17 set 2020.

COTEC PORTUGAL. **COTEC Portugal e INESC TEC lançam curso online sobre Indústria 4.0.** 2020f. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/2020/03/27/cotec-portugal-e-inesc-tec-lancam-curso-online-sobre-industria-4-0/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **Explorar recursos.** 2020m. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/recursos/explorar/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **Ferramenta de autodiagnóstico da maturidade empresarial na adoção de normas e certificação de sistemas de gestão.** 2020k. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/2020/07/01/ferramenta-de-autodiagnostico-da-maturidade-empresarial-na-adopcao-de-normas-e-certificacao-de-sistemas-de-gestao/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **Ferramenta de autodiagnóstico e planeamento da gestão da inovação digital.** 2020l. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/2020/03/30/ferramenta-de-autodiagnostico-e-planeamento-da-gestao-da-inovacao-digital-desenvolvida-pela-cotec-portugal/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **Indústria 4.0: base de conhecimento.** 2020g. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/courses/industria-4-0-base-de-conhecimento/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **Indústria 4.0; fase I.** 2020a. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/projects/industria-4-0-fase-i/>. Acesso em: 17 set. 2020.



COTEC PORTUGAL. **Indústria 4.0; fase II. 2020b.** Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/projects/industria-4-0-fase-ii/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **Maturidade das empresas portuguesas quanto aos procedimentos da indústria 4.0.** 2020e. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/courses/maturidade-das-empresas-portuguesas-quanto-aos-procedimentos-da-industria-4-0/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **O Impacto da indústria 4.0 nas PME portuguesas.** 2020d. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/projects/industria-2030/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL **Open shop floor sessions.** 2019b. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/projects/open-shop-floor-sessions/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **Ramiroquai vencem COTEC i4.0 Challenge 2019.** 2019a. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/2019/07/31/ramiroquai-vencem-cotec-i4-0-challenge-2019/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **Revolução 4.0 – EXAME.** 2020i. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/courses/revolucao-4-0-exame/>. Acesso em: 17 set. 2020.

COTEC PORTUGAL. **Saúde conectada.** 2019c. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/projects/saude-conectada/>

COTEC PORTUGAL. **Scoreboard i4.0.** 2020j. Disponível em: <https://cotecportugal.pt/pt/courses/scoreboard-i4-0/>. Acesso em: 17 set. 2020.

DELOITTE. **Insights sobre transformação digital e oportunidades para TICs no Brasil: Relatório e recomendações.** 2. ed., out. 2018. 100 p. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/br/Documents/technology-media-telecommunications/ICT-insights-report-port.pdf>. Acesso em: 2 out. 2020.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN. **German Standardization Roadmap on Industry 4.0.** 2020b. 138 p. Disponível em: <https://www.din.de/resource/blob/65354/1bed7e8d800cd4712d7d1786584a7a3a/roadmap-i4-0-e-data.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.



DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN. **Moving forward together: Industry 4.0 working groups.** 2020a. Disponível em: <https://www.din.de/en/innovation-and-research/industry-4-0/working-groups>. Acesso em: 17 set. 2020.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG – DIN. **Today's idea. Tomorrow's standard.** 2020c. Disponível em: <https://www.din.de/en/innovation-and-research/din-spec-en>. Acesso em: 17 set. 2020.

DEUTSCHE KOMMISSION ELEKTROTECHNIK - DKE. **Digitalization of standards: DKE digital strategy for the further process of transformation.** 21 dec. 2020b. Disponível em: <https://www.dke.de/de/normen-standards/produkte/anwendungsregeln>. Acesso em: 17 set. 2020.

DEUTSCHE KOMMISSION ELEKTROTECHNIK - DKE. **VDE application rules.** 2020a. Disponível em: <https://www.dke.de/de/normen-standards/produkte/anwendungsregeln>. Acesso em: 17 set. 2020.

ECUADOR. Ministério de Industrias y Productividad – MIP. **Congreso Internacional Industria 4.0.** Recopilación de ponencias. 2020. Disponível em: http://servicios.produccion.gob.ec/site_industria_4/

ESPAÑA. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. El Gobierno aprueba 173,5 millones de euros para apoyar la innovación industrial y la financiación de pymes y emprendedores. **Nota de prensa** 16.06.2020a. Disponível em: <https://www.mincotur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2020/documents/20200616%20np%20ayudas%20industria%20y%20enisa.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

ESPAÑA. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. El Gobierno dedica 30 millones de euros a la transformación digital de la industria manufacturera. **Nota de prensa** 13.07.2018a. Disponível em: <https://www.mincotur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2018/documents/180713%20np%20ayudas%20industria%204.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

ESPAÑA. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. El Gobierno invertirá 100 millones de euros en la transformación digital de las empresas. **Nota de prensa** 10.07.2018b. Disponível em: <https://www.mincotur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2014/>



documents/180710%20np%20transformaci%C3%B3n%20digital%20empresas.pdf. Acesso em: 17 set. 2020.

ESPAÑA. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. El Ministerio de Industria, Energía y Turismo dedica 97,5 millones de euros a proyectos en el ámbito de la Industria Conectada 4.0. **Nota de prensa** 11.07.2016. 2016a. Disponível em: <https://www.mincotur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2014/documents/npconvocatoriaayudasindustria4110716.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

ESPAÑA. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. El Ministerio de Industria, Energía y Turismo organiza jornadas para potenciar la Industria Conectada 4.0. **Nota de prensa** 27.06.2016. 2016b. Disponível em: <https://www.mincotur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2014/documents/npjornadasindustria40270616.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

ESPAÑA. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. El Ministerio de Industria presenta los resultados de su Programa piloto de innovación abierta "12 Retos de la Industria 4.0" **Nota de prensa** 14.02.2020b. Disponível em: <https://www.mincotur.gob.es/es-es/GabinetePrensa/NotasPrensa/2020/Paginas/200214Np-12retos.aspx>. Acesso em: 17 set. 2020.

ESPAÑA. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. S.M. el Rey inaugura el II Congreso de Industria Conectada 4.0. **Nota de prensa** 24.09.2018c. Disponível em: <https://www.mincotur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2018/documents/180924-np-avance-congreso-industria-conectada-40.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION – CEN. **CEN/TC 438 - Additive Manufacturing**. 2020a. Disponível em: https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:7:0:::FSP_ORG_ID:1961493&cs=1725A335494BA95FA4CC9FE85A6F6B4B1

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION – CEN. **Site**. 2020b. Disponível em: <http://www.cen.eu/cen/pages/default.aspx>. Acesso em 05 ago. 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION – CENELEC. **CENELEC facts and figures**. 2020. Disponível em: <https://www.cenelec.eu/aboutcenelec/whatwedo/factsandfigures/index.html>. Acesso em: 05 ago 2020.



EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION –
CENELEC. **CLC/TC 65X**; Industrial-process measurement, control and automation. 2021.
Disponível em: https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:7:1098196240206301:::FSP_ORG_ID:1257871

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION –
CEN; EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION –
CENELEC. **Annual report, 2019**. 2019c 183 p. Disponível em: https://www.cencenelec.eu/news/publications/Publications/CEN-CENELEC_Annual_Report_2019.pdf. Acesso em: 05 ago 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION –
CEN; EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION –
CENELEC. **CEN and CENELEC's ambitions to 2020**. Bruxelas, 2013. Disponível em: http://azstand.gov.az/upload/files/CEN_CENELEC_Ambitions2020.pdf. Acesso em: 05 ago 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION –
CEN; EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION –
CENELEC. **CEN and CENELEC joint groups 2020a**. Disponível em: <https://www.cencenelec.eu/aboutus/Cooperation/Pages/default.aspx>. Acesso em: 17 set. 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION –
CEN; EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION –
CENELEC. **CEN and CENELEC strategy 2030. Draft for consultation**. 2020b. 15 p. Disponível em: <https://www.standard.no/Global/PDF/Standard%20Norge/CEN%20and%20CLC%20Draft%20Strategy%202030.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION –
CEN; EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION –
CENELEC. **DITSAG, the new strategic advisory group on digital and IT**. 2019b. Disponível em: <https://www.cencenelec.eu/news/articles/Pages/AR-2019-011.aspx>. Acesso em: 17 set. 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION –
CEN; EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION
– CENELEC. **Technical boards newsletter**. v. 5, nov. 2019a. Disponível em:



https://www.cencenelec.eu/News/Newsletters/Newsletters/BT_Newsletter_November2019_Final.pdf. Acesso em: 17 set 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION –
CEN; EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION –
CENELEC. **Work Programme 2020**. 2020c. 104 p. Disponível em: https://www.cencenelec.eu/News/Publications/Publications/CEN-CENELEC_WP_2020_EN.pdf. Acesso em: 17 set. 2020.

EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARDS INSTITUTE – ETSI. **ETSI members around the world**. 2020. Disponível em: <https://www.etsi.org/membership>. Acesso em: 05 ago 2020.

EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT NATIONAL SCIENCE
AND TECHNOLOGY COUNCIL. **A National strategic plan for advanced manufacturing**.
Washington, D.C.: feb 2012. 51 p. Disponível em: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/11/f4/nstc_feb2012.pdf

FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY - BMWi. **Details of the asset administration shell**. Part 1 - The exchange of information between partners in the value chain of Industrie 4.0 (Version 3.0RC01). 2020b. 523 p. Disponível em: https://www.plattform-i40.de/Pl40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/Details_of_the_Asset_Administration_Shell_Part1_V3.pdf?__blob=publicationFile&v=5. Acesso em: 17 set. 2020.

FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY - BMWi. **G20 digital economy, ministerial conference**; shaping digitalisation for an interconnected world. Düsseldorf, 6 – 7 APRIL 2017a. 20 p. Disponível em: https://unctad.org/system/files/non-official-document/dtl_eWeek2017c02-G20_en.pdf. Acesso em: 2 out 2020

FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND
ENERGY - BMWi. **GAIA-X**: A federated data infrastructure for Europe. 2020a. Disponível em: <https://www.data-infrastructure.eu>. Acesso em: 17 set. 2020.

FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY - BMWi. **Plattform Industrie 4.0. The common strategy on international standardization in field of the**



Internet of Things/Industrie 4.0. 2017b. 4p. Disponível em: https://www.plattform-i40.de/Pl40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/common-strategy-international-standardization.pdf?__blob=publicationFile&v=4

FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY - BMWi. **Plattform Industrie 4.0, 2030 vision for industrie 4.0 - shaping digital ecosystems globally.** Berlin: 2019a. 8 p. Disponível em: https://www.plattform-i40.de/Pl40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/Vision-2030-for-Industrie-4.0.pdf?__blob=publicationFile&v=9

FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY - BMWi. **What is the platform industrie 4.0?** 2019b. Disponível em: <https://www.plattform-i40.de/>. Acesso em: 17 set 2020.

FERREIRA, A.C. Colômbia inaugura 1º Centro Latino-americano da indústria 4.0. **CEIRI News.** 15 mai. 2019. Disponível em: <https://ceiri.news/colombia-inaugura-1o-centro-latino-americano-da-industria-4-0/>

FRAUNHOFER IAIS. **Industry 4.0 standards.** supporting interoperability of industry 4.0 standards by means of semantic technologies. 2017. Disponível em: <http://i40.semantic-interoperability.org/index.html#portfolio>. Acesso em: 17 set 2020.

GS1 PORTUGAL. **COTEC apresenta estudo sobre normalização i4.0.** 2020. Disponível em: <https://gs1pt.org/news/cotec-apresenta-estudo-sobre-normalizacao-i4-0/>. Acesso em: 17 set. 2020.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – IEDI, **Indústria 4.0:** Desafios e oportunidades para o Brasil- IEDI, 2017. Disponível em: https://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_797.html. Acesso em: 2 out. 2020.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – IEDI. **Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil,** jul. 2018. 31 p. Disponível em: https://iedi.org.br/media/site/artigos/20180710_politicas_para_o_desenvolvimento_da_industria_4_0_no_brasil.pdf. Acesso em: 2 out. 2020.



IMPULSA INDÚSTRIA. **Impulsa Industria recibió a expertos internacionales para apoyar a las empresas en la incorporación de tecnologías 4.0.** 2019. Disponible em: <http://www.ciu.com.uy/innovaportal/file/87863/1/nota-inti-pdf.pdf>

INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **ACTIVA crecimiento.** 2020e. Disponible em: <https://www.industriaconectada40.gob.es/programas-apoyo/Paginas/crecimiento-empresarial.aspx>. Acceso em: 17 set. 2020.

INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **ACTIVA financiación.** 2020a. Disponible em: <https://www.industriaconectada40.gob.es/programas-apoyo/Paginas/ayudas-IC4.aspx> Acceso em: 17 set. 2020

INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **ACTIVA industria 4.0.** 2020b. Disponible em: <https://www.industriaconectada40.gob.es/programas-apoyo/Paginas/activa.aspx>. Acceso em: 17 set. 2020.

INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **ACTIVA Retos Industriales.** 2019c. Disponible em: <https://www.industriaconectada40.gob.es/programas-apoyo/Paginas/12-retos-Industria.aspx>. Acceso em: 17 set. 2020.

INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **Congreso.** 2019b. Disponible em: <https://www.industriaconectada40.gob.es/congreso/Paginas/congreso-nacional.aspx>. Acceso em: 17 set. 2020.

INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **Especificaciones UNE.** 2019d. Disponible em: <https://www.industriaconectada40.gob.es/estrategias-informes/Paginas/especificaciones-une.aspx>. Acceso em: 17 set. 2020.

INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **HADA; la herramienta de autodiagnóstico digital avanzada.** 2020c. Disponible em: <https://www.industriaconectada40.gob.es/programas-apoyo/Paginas/HADA.aspx>. Acceso em: 17 set. 2020.

INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **IC4: Grupos de trabajo.** 2019a. Disponible em: <https://www.industriaconectada40.gob.es/estrategias-informes/estrategia-nacional-IC40/Paginas/grupos-trabajo.aspx>.



INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **La transformación digital de la industria Española.** Informe Preliminar. 2014. 120 p. Disponível em: <https://www.industriaconectada40.gob.es/SiteCollectionDocuments/informe-industria-conectada40.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **La transformación digital de la industria Española.** Dossier de prensa. Madrid: 2015. 9 p. Disponível em: <https://www.mincotur.gob.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/2015/documents/dossier%20prensa%20industria%204.0%20081015.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **Más información.** 2021. Disponível em: <https://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx>. Acesso em: 17 set. 2020.

INDUSTRIA CONECTADA 4.0 – IC4. **Premios Nacionales Industria Conectada 4.0.** 2020d. Disponível em: <https://www.industriaconectada40.gob.es/premios/Paginas/premios.aspx>. Acesso em: 17 set. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA - INMETRO. **MERCOSUL/CMC/DEC. N° 06/04.** Convênio de cooperação entre o Mercosul e a Associação Mercosul de Normalização. 07 jul. 2004. 4p. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pdf/acordos/CMC_no604.pdf. Acesso em: 04 ago. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA - INMETRO. **Programa oficial de trabalho,** SINMETRO, CONMETRO e INMETRO, 2006. 5 p. Disponível em: <https://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Sinmetro-Conmetro-e-Inmetro/64749241.html>. Acesso em: 04 ago. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL – INTI. **Industria argentina 4.0;** oportunidades y desafíos del nuevo paradigma productivo, impulsado por la incorporación de tecnologías digitales. 2016. Disponível em: <https://www.inti.gob.ar/noticias/15-desarrollo-e-innovacion/444-industria-argentina-40>

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC. **Family.** 2019b. Disponível em: <https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:5:0##ref=menu>. Acesso em: 04 ago. 2020.



INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC. **History**. 2019a. Disponível em: <http://www.iec.ch/about/history/>. Acesso em: 04 ago. 2020.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC. **IEC Masterplan**. Genebra, 2019d. Disponível em: <https://basecamp.iec.ch/download/masterplan/>. Acesso em: 06 ago 2020.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC. **IEC TC/SCs; IEC Technical Committees & Subcommittees**. 2019c. Disponível em: https://www.iec.ch/dyn/www/?p=103:62:0:::FSP_LANG_ID:25. Acesso em: 04 ago. 2020.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC. **IEC PAS 63088:2017; Smart manufacturing - Reference architecture model industry 4.0 (RAMI4.0)**. 2017. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/publication/30082>. Acesso em: 17 set. 2020.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC. **Management structure**. Organigramme. 2020d. Disponível em: <https://www.iec.ch/dyn/www/?p=103:63:0##ref=menu>. Acesso em: 04 ago. 2020.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
- IEC. **Smart Manufacturing**. 2020b. Disponível em: https://www.iec.ch/dyn/www/?p=103:214:7644989965622:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:22328,25. Acesso em: 17 set 2020.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - IEC. **Standardization management board**. 2020a. Disponível em: https://www.iec.ch/dyn/www/?p=103:85:7644989965622:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:21362,25. Acesso em: 17 set. 2020.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - IEC. **TC 65**. Industrial-process measurement, control and automation. 2020c. Disponível em: https://www.iec.ch/dyn/www/?p=103:14:7644989965622:::FSP_ORG_ID:19942. Acesso em: 17 set 2020.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION –
IEC; INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **Directives, Part 1**. Genebra, 2020. Disponível em: <https://www.iso.org/sites/directives/current/part1/index.xhtml>. Acesso em: 04 ago. 2020.



INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC; INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **Directives**, Part 2. Geneva, 2018. Disponível em: <https://www.iso.org/sites/directives/current/part2/index.xhtml>. Acesso em: 04 jan. 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **Guide 21. Regional or national adoption of International Standards and other International Deliverables**. Part 1: Adoption of International Standards. Geneva 2005a. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:guide:21:-1:ed-1:v1:en>. Acesso em: 04 ago. 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **Guide 21. Regional or national adoption of International Standards and other International Deliverables**. Part 2: Adoption of International Deliverables other than International Standards. Geneva, 2005b. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/39800.html>. Acesso em: 04 jan 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO/IEC JTC1**. Information technology. 2020c. Disponível em: <https://www.iso.org/committee/45020.html>. Acesso em: 17 set 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **ISO/TMBG**. Technical management board – groups. 2020a. Disponível em: <https://www.iso.org/committee/54996.html>. Acesso em: 17 set. 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **Organizations in cooperation with ISO: IEC International Electrotechnical Commission**. 2019. Disponível em: <https://www.iso.org/organization/70.html>. Acesso em: 04 ago. 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **Stages and resources for standards development**. 2020d. Disponível em: <https://www.iso.org/stages-and-resources-for-standards-development.html>. Acesso em: 04 ago. 2020

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **Standards by ISO/IEC JTC1**. Information technology. 2020b. Disponível em: <https://www.iso.org/committee/45020/x/catalogue/p/1/u/o/w/o/d/o>. Acesso em: 17 set 2020.



ITAHORA. **Ecuador, en el umbral hacia la industria 4.0.** 2018. Disponível em: <https://itahora.com/2018/05/15/ecuador-en-el-umbral-hacia-la-industria-4-0/>

JIMENEZ, José Antonio. **Interfaces normalizadas para impulsar la Industria 4.0.** Madrid: Associação Espanhola de Normalização e Certificação - AENOR. Disponível em: <https://portal.aenormas.aenor.com/revista/pdf/dic17/24dic17.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

LA UNIVERSIDAD EM INTERNET – UNIR. **Asciende profesionalmente con la Maestría en Industria 4.0.** 2021. Disponível em: <https://ecuador.unir.net/ingenieria/maestria-industria-4-0/>

LABS NETWORK INDUSTRIE 4.0 – LNI40. **Site.** 2016. Disponível em: <http://www.lni40.de>. Acesso em: 17 set. 2020.

LU, Yan; MORRIS, K.C.; FRECHETTE, Simon. **NISTIR 8107 - Current standards landscape for smart manufacturing systems.** 2016. Disponível em: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2016/NIST.IR.8107.pdf>

MAPEAMENTO 4.0. **Sobre o mapeamento.** 2020. Disponível em: <https://mapeamento40.mctic.gov.br/#/home>. Acesso em: 17 set. 2020.

MARFÁN, Manuel; MELLER, Patricio. **Estrategia industria 4.0: diseñando el Chile futuro.** Santiago, Chile: ASIMET, julio, 2019. 96 p. Disponível em: <https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/08/Estrategia-Industria-4.0-Dise%C3%B1ando-el-Chile-Futuro.pdf>

MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL PELA INOVAÇÃO – MEI. **Industria 2027, Síntese dos resultados construindo o futuro da indústria brasileira.** Volume 1. Tecnologias disruptivas e indústria: situação atual e avaliação prospectiva; Volume 2. Tecnologias disruptivas e indústria: desafios e recomendações, 2018. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/5/industria-2027-estudo-de-sistema-productivo/#industria-2027-estudo-de-sistema-productivo-sintese-dos-resultados>. Acesso em: 2 out. 2020.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE AND ENGINEERING - ACATECH. **Industrie 4.0. Implementation Forum** on 2 October 2012. 2012. Disponível em: <https://en.acatech.de/project/industrie-4-0/>. Acesso em: 17 set. 2020.



NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE AND ENGINEERING - ACATECH. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**; Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Apr. 2013. 84 p. Disponível em: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>. Acesso em: 17 set 2020.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY – NIST. **Memorandum for the heads of executive departments and agencies**, 2012. 4 p. Disponível em: https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/01/30/m-12-08_1.pdf

PORTUGAL. Ministro Adjunto e da Economia. **Nova fase do Programa Indústria 4.0 vai mobilizar 600 ME**. Nota À Comunicação Social. 2019. Disponível em: <https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=%3D%3DBAAB%2BLCAAAAAAABAAzN-zW3BABDEBqhBAAAAA%3D%3D>. Acesso em: 17 set. 2020.

PRESIDENT’S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Report to the president on ensuring American leadership in advanced manufacturing**. Washington, D.C.: Jun 2011. 56 p. Disponível em: <https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast-advanced-manufacturing-june2011.pdf>

SCHRÖDER, Christian. **The Challenges of industry 4.0 for small and medium-sized enterprises**. 2017. 28 p. Disponível em: <https://library.fes.de/pdf-files/wiso/12683.pdf>. Acesso em: 17 set. 2020.

SIEMENS PORTUGAL. **i-Experience Center 4.0**. 2019. vídeo. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=e5T2aTCs_y0. Acesso em: 17 set. 2020.

SMART INDUSTRY. DUTCH INDUSTRY FIT FOR THE FUTURE. **Smart Industry roadmap**; Onderzoeksagenda voor HTSM en ICT en routekaart voor de NWA, 2018. 45 p. Disponível em: <https://www.idic.org.il/storage/images/316/bf7k5W69ToDxUCu19J2xll01JcSbDSdl.pdf>. Acesso em: 2 out. 2020.

SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA - SIB. **Diplomado en internet de las cosas y la industria 4.0**. 2020. Disponível em: <https://www.sib.org.bo/articulos/item/632-diplomado-en-internet-de-las-cosas-y-la-industria-4-0.html>



SOUZA, Dvayr. MDIC e ABDI lançam Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 no Fórum Econômico Mundial. 2018. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/mdic-e-abdi-lan%C3%A7am-agenda-brasileira-para-ind%C3%BAstria-40-dvayr-souza>. Acesso em: 17 set. 2020.

STANDARDIZATION COUNCIL INDUSTRIE 4.0 – SCI4.0. **German Standardization Roadmap Industrie 4.0.** Version 4. Berlin: DIN/DKE, 2020. 138 p. Disponível em: <https://www.din.de/resource/blob/65354/619baa1958b89b8a7b6cd9be2b79f223/roadmap-i4-0-e-data.pdf>

STANDARDIZATION COUNCIL INDUSTRIE 4.0 – SCI4.0. **The address for future standardization.** 2020. Disponível em: <http://www.sci40.de>. Acesso em: 17 set 2020.

STANDARDS AUSTRALIA INDUSTRY – SAI. **Industry 4.0: an Australian perspective** - Recommendations report to Australian government – Department of Industry, Innovation and Science, March 2017. 20 p. Disponível em: <https://www.standards.org.au/getmedia/29653164-cd4d-43fo-9afc-e8db5871of2e/Industry-4-0-Recommendations-Report.pdf.aspx>

STANDARDS MAPPING FOR SMART INDUSTRY READINESS INDEX - SMS. **Site.** 2018. Disponível em: <http://sms.smf-sdo.org.sg/>. Acesso em: 17 set 2020.

SWOPE, Kenneth. **Smart manufacturing using existing standards.** 2018. Disponível em: <https://pdteurope.com/wp-content/uploads/2019/03/2-Swope-Smart-Manufacturing-using-existing-standards.pdf>. Acesso em: 17 set 2020.

SZIGETI, Hadrien; TAILHADES, Philippe; BRIANT, Joseph. Work with industry 4.0. In: AFNet STANDARDIZATION DAYS, Paris, 17-18 may 2018. **Presentation Power Point...** Paris: 2018, 32 slides. Disponível em: <https://download.afnet.fr/ASD2018/ASD2018-6A-PhilippeTailhades-AIF.pdf>

THE ASSOCIATION OF GERMAN ENGINEERS - VDI. **Site.** 2020. Disponível em: <https://www.vdi.de/en/home>. Acesso em: 17 set. 2020.



UNIÃO EUROPÉIA – UE. **Resolução do Conselho, de 7 de Maio de 1985**, relativa a uma nova abordagem em matéria de harmonização técnica e de normalização. 1995. Disponível em: http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/technical_harmonisation/l21001a_pt.htm. Acesso em: 05 ago. 2020.

UNITED KINGDOM. Department of Trade and Industry - DTI. **The Empirical economics of standards**. Reino Unido, jun. 2005. (DTI Economics Paper N° 12). Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.65.3852&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 04 ago 2020.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION – UNIDO. **Emerging trends in global manufacturing industries**. Vienna: 2013. 90 p. Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/2013-07/Emerging_Trends_UNIDO_2013_o.PDF

VDMA. **New VDMA specifications**. out. 2020. Disponível em: <http://normung.vdma.org/en/vdma-einheitsblaetter>. Acesso em: 17 set. 2020.

WORLD ECONOMIC FORUM – WEF. **Readiness for the future of production report 2018**. 2018. 266 p. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf. Acesso em: 2 out. 2020.



ANEXOS



ANEXO A - OS SISTEMAS DE NORMALIZAÇÃO INTERNACIONAL, REGIONAIS E NACIONAIS

1. NÍVEIS DE NORMALIZAÇÃO

A atividade de normalização, no âmbito voluntário, é desenvolvida em diversos níveis, relacionados com a abrangência da sua aplicação e de quem participa no seu desenvolvimento. Os níveis de normalização podem ser esquematizados como apresentado na Figura 16 (ABNT, 2014a).

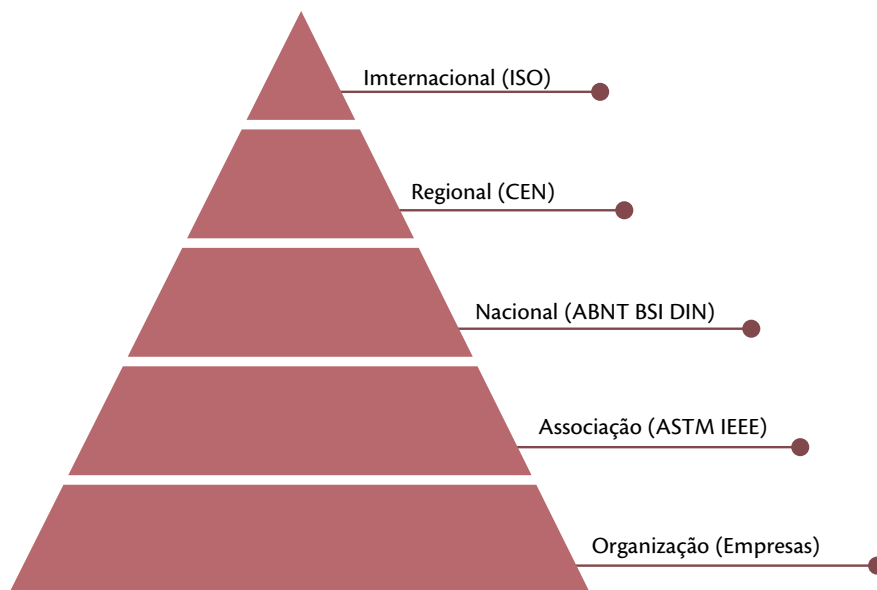


Figura 16 – Níveis de normalização.

Fonte: Elaboração própria

Assim, em termos gerais, tem-se (BRASIL, 2001):



- Nível empresarial

Normas elaboradas por uma empresa ou por um grupo de empresas com a finalidade de orientar as compras, a fabricação, as vendas e outras operações. São úteis, ainda, para documentar o conhecimento técnico da empresa. Por exemplo: as normas Petrobras ou os procedimentos de gestão da qualidade estabelecidos pelas empresas.

- Nível de associação

Normas desenvolvidas no âmbito de entidades associativas e técnicas para o uso dos seus associados. Comumente, são utilizadas de forma mais ampla, podendo tornar-se referências importantes no comércio em geral. Por exemplo: as normas da American Society for Testing and Materials (ASTM) ou da American Society of Mechanical Engineering (ASME).

- Nível nacional

Normas elaboradas e publicadas por um organismo nacional de normalização. Aplicam-se ao mercado de um país e frequentemente são reconhecidas pelo seu ordenamento jurídico como a referência para as transações comerciais. Por exemplo: as normas ABNT NBR, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ou as normas DIN, do Instituto Alemão para a Normalização.

- Nível regional

Estabelecidas por um organismo regional de normalização para aplicação em um conjunto de países (uma região, como a Europa ou a América). São denominadas normas regionais e aplicáveis ao conjunto de países representados no organismo regional. Por exemplo: as normas EN, elaboradas pelos organismos europeus de normalização, como o Comitê Europeu de Normalização (CEN)¹³

- Nível internacional

Estabelecidas por um organismo internacional de normalização. Estes organismos atuam em campos específicos, como a *International Organization for Standardisation (ISO)*, para a maioria

¹³ Por vezes, é feita a distinção entre normas regionais, que abarcam regiões equivalentes a um continente, e sub-regionais, que abarcam conjuntos de países, mas que não chegam a compor um continente. Neste caso, o Comitê Europeu de Normalização (CEN) e a Comissão Pan-americana de Normas Técnicas (Copant) são organismos regionais de normalização, enquanto a Associação Mercosul de Normalização (AMN) é uma organização sub-regional.



dos setores; a *International Electrotechnical Commission* (IEC), para as áreas elétrica e eletrônica; e a *International Telecommunication Union* (ITU), todas elas com sede em Genebra, na Suíça. As normas internacionais são reconhecidas pela Organização Mundial do Comércio (OMC) como a base para o comércio internacional.

Ganham importância, atualmente, as chamadas normas privadas (BOUGHTON, 2013), documentos normativos desenvolvidos por organizações das mais diversas naturezas. Essas normas são concebidas fora das estruturas institucionais convencionais de normalização, procuram atender a uma demanda identificada em certos setores e são oferecidas ao mercado. O processo pelo qual estas normas são desenvolvidas varia grandemente, bem como a sua abrangência. O grau de consenso que representam também varia, indo desde consórcios de empresas produtoras ou fornecedoras de determinada tecnologia ou bem até iniciativas ligadas a organizações não governamentais, frequentemente de caráter ambientalista ou social. Muitas vezes, estão associadas a certificações ou à atribuição de selos. Há consórcios ligados a tecnologias proprietárias.

Algumas normas privadas são desenvolvidas em setores de intensa inovação com o intuito de se dispor rapidamente de referências técnicas no mercado.

Tem-se observado, nas últimas duas décadas, um crescimento acentuado na produção de normas privadas, com efeitos importantes no comércio internacional.

Convém acrescentar que as normas privadas, de uma forma geral, não gozam do mesmo grau de institucionalidade ou reconhecimento que as normas desenvolvidas pelos organismos de normalização convencionais, em particular no que se refere aos ordenamentos jurídicos nacionais¹⁴ ou ao quadro do sistema multilateral do comércio, nomeadamente aquele regido pela OMC.

¹⁴ Note-se que o grau de reconhecimento por parte dos ordenamentos jurídicos nacionais varia bastante de país para país. No caso brasileiro, o Código de Defesa do Consumidor reconhece como referências para as relações de consumo as Normas Brasileiras, as publicadas pela ABNT, quando não houver regulamentos técnicos específicos aplicáveis.



2. NORMALIZAÇÃO NO BRASIL

A normalização no Brasil é desenvolvida no âmbito do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), que estrutura as diversas funções da infraestrutura técnica no País. A atividade de normalização é desenvolvida no País desde os anos 1930, com a criação dos primeiros comitês brasileiros de normalização, dentre os quais o então chamado Comitê Brasileiro de Eletricidade (Cobei).

A percepção crescente sobre a necessidade de contar com normas nacionais e de padronizar os métodos de ensaio e especificações que começavam a ser usados no País levou à criação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em 1940, em um período que corresponde à arrancada do processo brasileiro de industrialização.

A ABNT é reconhecida como organismo nacional de normalização e foi um dos que participaram da criação da Isso, em 1947. Um dos seus objetivos estatutários é contribuir para prover ao País a base para o seu desenvolvimento técnico e industrial.

2.1. Estrutura do Sinmetro

Em 1973, foi estruturado no Brasil um sistema integrado e consistente para exercer atividades relacionadas aos temas da metrologia, da normalização e regulamentação técnica e da avaliação da conformidade (inclusive a certificação): o Sinmetro. O mesmo é orientado pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), um órgão colegiado de nível ministerial presidido pelos ministros do Economia; da Ciência, Tecnologia e Inovações; da Saúde; do Trabalho e Previdência; do Meio Ambiente; das Relações Exteriores; da Justiça e Segurança Pública; da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; da Defesa; o presidente do Inmetro e os presidentes da ABNT, da Confederação Nacional da Indústria (CNI), da Confederação Nacional do Comércio de Bens, Serviços e Turismo (CNC) e do Instituto de Defesa do Consumidor (Idec).

O Conmetro conta com uma estrutura de comitês assessores: Comitê Brasileiro de Metrologia (CBM), Comitê Brasileiro de Normalização (CBN), Comitê Codex Alimentarius do Brasil (CCAB),



Comitê de Coordenação de Barreiras Técnicas ao Comércio (CBTC), Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade (CBAC) e Comitê Brasileiro de Regulamentação Técnica (CBR). Esses comitês têm por atribuição propor ao Conmetro políticas, diretrizes e orientações estratégicas para as respectivas áreas.

Já o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) exerce a secretaria-executiva do Conmetro e é o responsável por implementar as diretrizes estabelecidas pelo mesmo.

A Comissão Permanente dos Consumidores (CPCON) tem por objetivo assessorar e subsidiar o Conmetro nos assuntos relativos à participação de representantes dos consumidores nas atividades de normalização e regulamentação técnica desenvolvidas no âmbito do Sinmetro, além de outras tarefas que lhe forem confiadas pelo conselho.

A CPCON é composta pelos seguintes órgãos/entidades: Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor (DPDC), Inmetro e ABNT, como membros natos; e também Ministério da Justiça e Segurança Pública; Ministério da Economia; Fórum Nacional de Normalização; Fórum Nacional das Entidades Cíveis de Defesa do Consumidor (FNECDC) e Fórum Nacional dos Procons.

A Figura 17 ilustra a estrutura do Sinmetro.

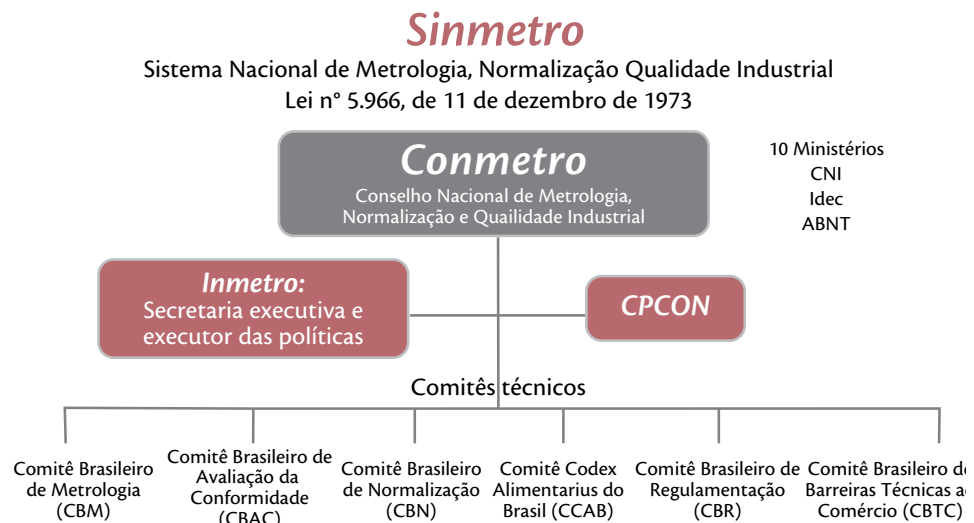


Figura 17 – Estrutura do Sinmetro

Fonte: INMETRO, 2006



2.2. O Sistema Brasileiro de Normalização

O Sistema Brasileiro de Normalização (SBN) é um sistema criado no âmbito do Sinmetro destinado ao desenvolvimento e à coordenação das atividades de normalização e sua inter-relação com a regulamentação técnica.

O SBN visa a coordenar e expandir a infraestrutura de normas técnicas do País com vistas ao desenvolvimento nacional, bem como instituir mecanismos para a harmonização dos interesses do setor público e da sociedade civil. A Figura 18 ilustra a estrutura do SBN, que faz parte do Conmetro:

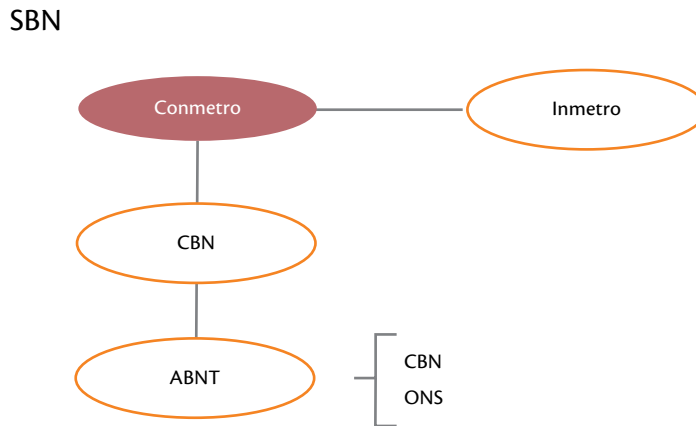


Figura 18 – Estrutura do Sistema Brasileiro de Normalização

Fonte: Elaboração própria.

2.2.1. Comitê Brasileiro de Normalização (CBN)

Órgão assessor do Conmetro, com composição paritária entre órgãos de governo e privados, que tem por objetivo planejar e avaliar a atividade de normalização técnica no Brasil.

2.2.2. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

A ABNT é uma associação privada e sem fins lucrativos da qual podem ser associadas pessoas ou empresas interessadas em participar do processo de normalização brasileiro. É reconhecida pelo Estado brasileiro como o Fórum Nacional de Normalização, o que significa que as normas elaboradas por ela – as NBR – são formalmente reconhecidas como as Normas Brasileiras. À ABNT cabe,



como principal atribuição, coordenar, orientar e supervisionar o processo de elaboração de normas brasileiras. A Resolução nº 7, de 24 de agosto de 1992, do Conmetro, confirmou o reconhecimento da ABNT como o Fórum Nacional de Normalização.

As normas brasileiras são elaboradas em dois tipos de órgãos distintos:

- ABNT/CB – Comitê Brasileiro

Órgão interno da ABNT, constituído pelos seus associados, e responsável pela coordenação e pelo planejamento das atividades de normalização em uma área ou setor específico. Dentro do seu campo de atuação, é responsável, ainda, pela representação da ABNT no sistema de normalização regional e internacional.

- ONS – Organismo de Normalização Setorial

Organismo público, privado ou misto, sem fins lucrativos, que tem atividades reconhecidas no campo da normalização em um dado domínio setorial, mediante acreditação pela ABNT, segundo critérios aprovados pelo Conmetro. O ONS tem o papel de elaborar normas brasileiras para o setor que representa, bem como de representar o País na normalização regional e internacional, por delegação da ABNT, nas matérias relacionadas ao âmbito de atuação para o qual foi credenciado.

2.3. Processo de normalização

O processo de elaboração de normas dura, em média, dois anos e ocorre conforme ilustrado na Figura 19:



Figura 19 – Processo de normalização brasileiro

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2012).

As normas técnicas são elaboradas no âmbito dos denominados Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos Setoriais de Normalização (ONS) ou, quando se justifica e o assunto é restrito, em Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), independentes. Esses órgãos são constituídos por representantes das partes interessadas. Os ABNT/CB e as ABNT/CEE são órgãos internos da ABNT e os ONS, como dito anteriormente, são organizações reconhecidas formalmente pela ABNT como competentes para o desenvolvimento de normas em setores específicos.

Cada comitê coordena e supervisiona um conjunto de comissões de estudo, as quais discutem e preparam os textos das normas técnicas.

Os comitês brasileiros são constituídos para temas específicos ou para setores específicos da economia e seu funcionamento deve ser guiado pelas demandas da sociedade brasileira. Os comitês têm uma função estratégica, de planejamento e coordenação dos trabalhos de normalização em uma base setorial, além de serem os responsáveis pela formulação das posições e dos votos brasileiros nos trabalhos de normalização internacional e regional. Cabe aos ABNT/CB (e aos ABNT/ONS) identificar as demandas por normas no setor ou tema sob sua responsabilidade e planejar os trabalhos de maneira que essas demandas sejam atendidas. Com este propósito, os comitês brasileiros preparam anualmente um programa de trabalho, chamado de Programa de Normalização Setorial (PNS), que inclui a lista dos assuntos a serem normalizados e as normas



existentes que deverão ser revisadas. Os programas de trabalho de cada comitê compõem o Plano Anual de Normalização da ABNT (PAN). O PAN está disponível ao público (ABNT, 2014b).

Tão importante quanto saber quais normas encontram-se em consulta pública ou foram publicadas é saber quais normas se planeja desenvolver em um setor específico, de modo que qualquer interessado possa preparar-se para participar do processo e interferir nos seus resultados.

Dada a importância que as normas têm para a atividade produtiva e para a necessidade crescente por normalização, identificar as demandas tem importância estratégica. De fato, pode-se dizer que os programas de trabalho dos comitês técnicos de normalização constituem uma verdadeira agenda tecnológica setorial, permitindo identificar as tendências de desenvolvimento tecnológico, as questões críticas e as prioridades setoriais.

As comissões de estudo (CE) são responsáveis por desenvolver os textos das normas propriamente ditos que estão previstos no PAN e por sua conclusão nos prazos estabelecidos. Pode participar das CE qualquer interessado, mesmo que não seja membro da ABNT. Em geral, envolvem-se especialistas de todas as partes interessadas.

Quando os membros da comissão de estudo chegam ao consenso acerca do conteúdo do projeto de norma, a administração central da ABNT submete-o à Consulta Nacional, usualmente por um período de 60 dias. Durante este período, o texto fica disponível na internet e qualquer cidadão, mesmo aqueles que não participaram do processo de discussão na comissão de estudo, pode manifestar-se, avaliar se concorda ou não com o texto e fazer sugestões.

Após este prazo, o texto, os votos e os comentários recebidos são analisados pela comissão de estudo. Se aprovado, o texto é posteriormente publicado pela ABNT como uma norma técnica brasileira (ABNT NBR) e torna-se a referência normativa nacional sobre determinado assunto. Se não for aprovado, retorna para a comissão de estudo, que vai revisá-lo, levando em conta pontos e questões levantadas na consulta nacional e repetir novamente todo o processo.



2.4. Participação do Brasil nos organismos regionais e internacionais de normalização

O representante do Brasil nos organismos regionais e internacionais de normalização é a ABNT e, por convênio e delegação da ABNT, o Cobei representa o Brasil na IEC. Assim, para participar da normalização internacional ou regional, o caminho é participar de um ABNT/CB ou ONS responsável pelo tema na ABNT. Esta participação envolve: discutir os textos em estudo no Brasil, participar da formulação dos votos brasileiros e participar das delegações nas reuniões.

Se não houver nenhum ABNT/CB ou ONS responsável pelo tema que está em discussão regional ou internacionalmente, a ABNT constitui um grupo para possibilitar o envolvimento e a articulação da participação brasileira.

A ABNT é associada da Associação Mercosul de Normalização (AMN), da Comissão Pan-americana de Normas Técnicas (Copant) e da *International Organization for Standardization* (ISO). O Cobei é associado da *International Electrotechnical Commission* (IEC). Mais informações sobre estes organismos serão apresentadas mais adiante.

2.5. Estratégia Brasileira de Normalização

O Brasil, seguindo as tendências que se desenhavam na primeira década deste século e a partir das iniciativas pioneiras da Alemanha, França, EUA e Reino Unido, aprovou uma Estratégia Brasileira de Normalização – 2009/2014 (CBN, 2009). A estratégia foi construída no âmbito do Comitê Brasileiro de Normalização (CBN), órgão assessor do Conmetro, de maneira participativa, envolvendo várias partes interessadas, como entidades empresariais, governo, academia, organizações não governamentais e empresas. A estratégia foi aprovada pela Resolução nº 4 de 30 de Abril de 2009, do Conmetro e estabelecia quatro diretrizes estratégicas:

- Normalização para promover o acesso a mercados
- Normalização para promover o bem-estar da sociedade e o desenvolvimento sustentável
- Normalização integrada à regulamentação técnica



- Normalização e o fortalecimento do Sistema Brasileiro de Normalização

Cada uma das estratégias foi desdobrada em ações específicas e esperava-se que os diversos atores envolvidos, em particular a ABNT, o Inmetro e os demais membros do CBN, a disseminassem, utilizassem como referência e a implementassem. A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) realizou algumas iniciativas de disseminação, mas pouco mais foi feito.

Concluído o ciclo de cinco anos da estratégia, o CBN procedeu a uma análise crítica e ao estabelecimento de uma nova estratégia, que foi aprovada pela Resolução nº 4 de 22 de dezembro de 2016 (CONMETRO, 2016) e estabelece quatro diretrizes estratégicas, construídas a partir das diretrizes anteriores:

- Normalização para promover o bem-estar da sociedade e o desenvolvimento sustentável
- Normalização para promover o acesso a mercados, com inserção da economia brasileira nas cadeias globais de bens e serviços
- Normalização como suporte às políticas públicas, com ênfase na regulamentação técnica
- Fortalecimento do Sistema Brasileiro de Normalização (SBN)

A resolução estabelecia ainda que a ABNT deveria apresentar ao CBN um Plano de Implantação das Diretrizes Estratégicas da Normalização Brasileira, contendo propostas de ações para atender às diretrizes e indicadores para monitoramento da implantação das ações propostas.



3. NORMALIZAÇÃO NO MERCOSUL

3.1. Estrutura

Em 1996, foi criado o Comitê Mercosul de Normalização (CMN), que, em 2000, mudou o nome para Associação Mercosul de Normalização (AMN). A AMN é uma organização privada, sem fins lucrativos, que funciona como o Organismo Regional de Normalização para o Mercado Comum do Sul (Mercosul). Seus membros são os Organismos Nacionais de Normalização (ONN) dos quatro países integrantes do grupo: Argentina – IRAM, Brasil – ABNT, Paraguai – INTN e Uruguai – UNIT; além dos Organismos do Chile e Bolívia, como membros aderentes. O escritório da secretaria executiva da AMN fica localizado em São Paulo, no Brasil.

A AMN possui um conselho diretivo formado por representantes dos Organismos Nacionais de Normalização dos países-membros do Mercosul que constitui Comitês Setoriais de Normalização para desenvolver suas tarefas nos âmbitos de interesse específico setoriais.

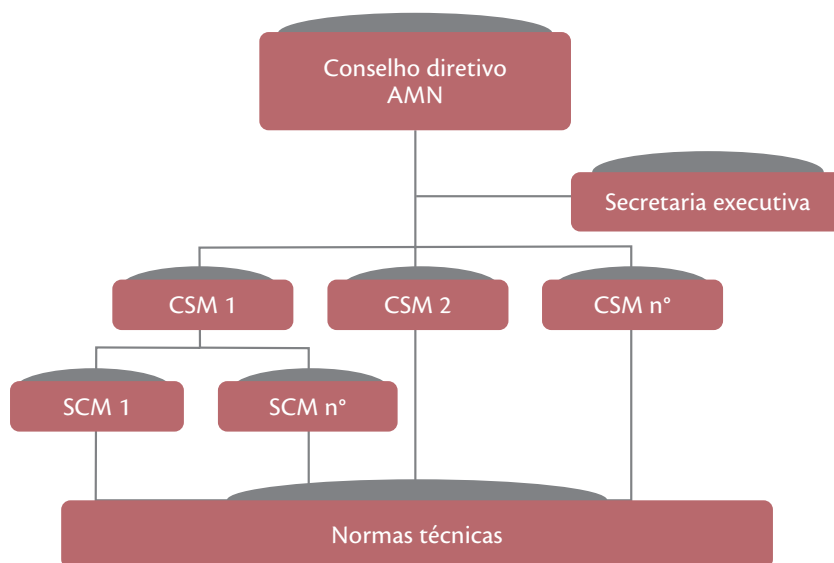


Figura 20 – Estrutura orgânica da AMN

Fonte: Adaptado de Cartilha AMN. (AMN, 2007)



A AMN adotou as seguintes estratégias:

- Emprego de referências internacionais
- Harmonização de normas nacionais – com foco nos setores prioritários, que são aqueles com fluxos de comércio mais intensos no âmbito do Mercosul
- Normas voluntárias
- Processo de consenso (um país = um voto) e
- Programa de normalização orientado para o mercado – envolvimento direto dos setores específicos

A AMN foi reconhecida pelo Grupo Mercado Comum, órgão decisório executivo do Mercosul, como o Fórum de Normalização para o Mercosul, por meio da Decisão CMC Nº 06/04¹⁵.

3.2. Processo de normalização

As Normas Mercosul (NM) são desenvolvidas no âmbito dos Comitês Setoriais Mercosul (CSM), que são os órgãos da AMN responsáveis pelos diversos temas de normalização. Tipicamente, os CSM são organizados de acordo com os segmentos industriais da sociedade. Os CSM têm por finalidade o estabelecimento dos programas setoriais de normalização e a condução do processo de elaboração e harmonização de normas. A criação dos Comitês Setoriais Mercosul depende da manifestação dos setores interessados por intermédio de um dos ONN dos países-membros e da aprovação de todos os demais países-membros.

A AMN é responsável pela criação dos Comitês Setoriais Mercosul assim como pela sua reformulação, suspensão ou até mesmo dissolução, caso estes não cumpram com seus objetivos. Os Comitês Setoriais Mercosul podem, a seu critério, se subdividir em Subcomitês Setoriais Mercosul (SCM).

Na Figura 21, está representado o processo de harmonização de normas da AMN.

¹⁵ Convênio de cooperação entre o Mercosul e a associação Mercosul de normalização. MERCOSUL/CMC/DEC. Nº 06/04.2004. (INMETRO, 2004).

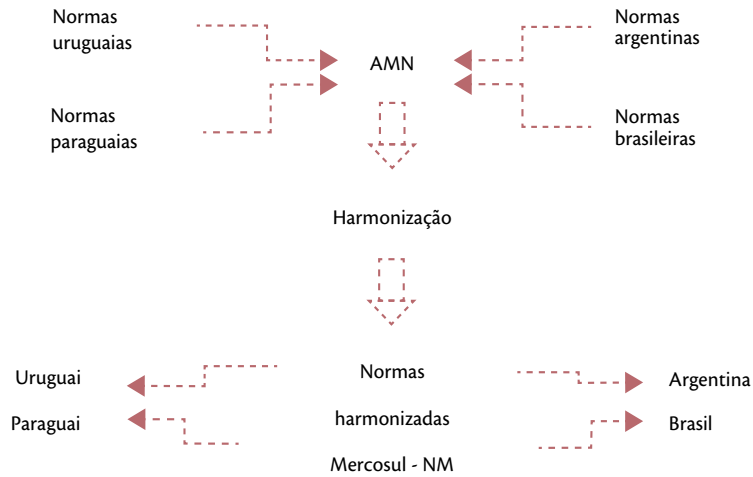


Figura 21 – Processo de harmonização de normas da AMN

Fonte: CNI, 2002.

É importante destacar que as Normas Mercosul, uma vez aprovadas, não são automaticamente adotadas como normas nacionais pelos seus membros. Este aspecto condiciona muito o impacto e importância percebida das normas NM no mercado. De fato, o seu impacto é realmente pequeno, uma vez que as normas nacionais é que continuam a ser as referências para os mercados respectivos do Estados que fazem parte do Mercosul. As Normas Mercosul adotadas como Normas Brasileiras são identificadas pela sigla ABNT NBR NM. Os Projetos de Norma Mercosul são submetidos a consulta pública de modo idêntico às Normas Brasileiras.



4. NORMALIZAÇÃO NA AMÉRICA

A Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas (Copant) é uma organização privada, sem fins lucrativos, fundada em 1961. É o organismo regional de normalização das Américas, abrange os Organismos Nacionais de Normalização e atualmente soma 32 membros ativos e 9 membros associados. Os membros ativos estão listados na Tabela 6 e os membros aderentes, na Tabela 7.

Tabela 6 – Organizações Nacionais de Normalização que são membros ativos da Copant

Organismos Nacionais de Normalização	País	Organismos Nacionais de Normalização	País
IRAM	Argentina	GNBS	Guiana
BBSQ	Bahamas	BHN	Haiti
BNSI	Barbados	OHN	Honduras
BBS	Belize	BSJ	Jamaica
IBNORCA	Bolívia	DGN	México
ABNT	Brasil	MIFIC	Nicarágua
SCC	Canadá	DGNTI	Panamá
ICONTEC	Colômbia	INTN	Paraguai
INTECO	Costa Rica	INDECOPI	Peru
NC	Cuba	INDOCAL	República Dominicana
INN	Chile	SLBS	Santa Lúcia
INEN	Equador	SSB	Suriname
OSN	El Salvador	SKNBS	São Cristóvão e Neves
ANSI	Estados Unidos	SVGBS	São Vicente e Granadinas
GDBS	Granada	TTBS	Trinidad e Tobago
COGUANOR	Guatemala	UNIT	Uruguai

Fonte: Elaboração própria

Tabela 7 – Organizações Nacionais de Normalização que são membros aderentes da Copant

Organismos Nacionais de Normalização	País
DIN	Alemanha
AS	Austrália
AENOR	Espanha
AFNOR	França
UNI	Itália
BSI	Reino Unido
FONDONORMA	Venezuela
IAAC	Cooperação Interamericana de Acreditação
SAC	China

Fonte: Elaboração própria

As estratégias traçadas para a Copant são as seguintes:

- Elaborar normas apenas quando não houver normas internacionais (ou se estas forem inadequadas)
- Articular a participação americana no sistema internacional
- Encorajar a adoção nacional das normas internacionais e
- Intensificar o esforço de capacitação dos organismos nacionais

As normas Copant são elaboradas no âmbito de seus comitês técnicos, dos quais participam representantes dos seus membros. Atualmente, o papel da Copant é de cooperação técnica e de articulação e coordenação dos seus membros na normalização internacional, além de iniciativas de capacitação e desenvolvimento de competências. A atividade de normalização propriamente dita é discreta e orientada para temas em que não há normas internacionais relevantes. Dado o expressivo aumento da normalização internacional, compreende-se por que há poucos trabalhos no âmbito da Copant.



Por outro lado, de maneira semelhante aos organismos internacionais de normalização, os membros da Copant não têm o compromisso de adotarem as normas da comissão em seus territórios nacionais. Como resultado, não há um espaço econômico subjacente no qual as normas Copant representem as referências consagradas. Sem esse valor econômico, é difícil a percepção de valor por parte dos agentes econômicos para as normas Copant, o que reduz substancialmente a sua importância e, por consequência, a demanda pelo seu desenvolvimento.

Atualmente, a Copant atua com projetos nas áreas de energia e construções sustentáveis e promove oficinas de atividades relacionadas à educação em normalização e programas profissionalizantes.



5. NORMALIZAÇÃO INTERNACIONAL – ISO E IEC

No final do século 19 e início do século 20, o setor eletrotécnico percebeu a necessidade da normalização internacional. Por sua própria natureza, a indústria só pode existir se houver normas. Assim, em 1906, é fundada a Comissão Internacional de Eletrotécnica (IEC), que pode ser considerada um dos primeiros organismos internacionais de normalização de feição moderna (IEC, 2019a).

Fazem parte da IEC 89 países, dos quais 62 são membros plenos e 27, membros associados (IEC, 2019b). Os Organismos Nacionais de Normalização dos países-membros da IEC são designados Comitês Nacionais.

Os trabalhos da IEC envolvem cerca de 21.786 especialistas (IEC, 2019c) e contam com mais de 6 mil normas e outros documentos técnicos publicados. A sede da IEC fica localizada em Genebra e conta, ainda, com quatro outros escritórios regionais:

- Worcester, nos Estados Unidos - para a América do Norte
- Cingapura - para a Ásia e o Pacífico
- São Paulo, no Brasil – para a América Latina
- Sidnei, na Austrália – dedicado às atividades de avaliação da conformidade
- Nairóbi, no Quênia – para a África

A Organização Internacional de Normalização (Iso) foi fundada em 1947 e é uma organização privada, sem fins lucrativos. É uma federação dos Organismos Nacionais de Normalização (ONN) reconhecida como tal por organizações como a OMC. Seu papel é elaborar normas internacionais, por meio da conciliação dos interesses de fornecedores, consumidores, governos, comunidade científica e demais representantes da sociedade civil organizada. Atualmente, a ISO conta com membros de 165 países e possui mais de 19,5 mil documentos técnicos internacionais publicados (normas, guias, relatórios e especificações, entre outros).

Particularmente após o reforço do papel das normas internacionais resultante do Acordo de Barreiras Técnicas ao Comércio da OMC, tem aumentado substancialmente a participação das empresas na normalização internacional.



A IEC coordena seus trabalhos com a ISO de maneira muito estreita, publicando inclusive diversos documentos normativos conjuntamente. A ISO e a IEC têm 14 comitês técnicos em conjunto (*Joint Technical Committee*) (ISO, 2019).

Tabela 8 – Comitês em conjunto ISO/IEC

Comitê ISO	Comitê IEC	Descrição
ISO/IEC JTC 1	IEC/SC 46C IEC/SyC <i>Smart Cities</i> IEC/TC 1 IEC/TC 100 IEC/TC 45 IEC/TC 65	Tecnologia da informação
ISO/IEC JTC 1/SC 6	IEC/SC 46A IEC/SC 46C IEC/SC 48B IEC/SC 65C IEC/SC 86C IEC/TC 100 IEC/TC 124 IEC/TC 48 IEC/TC 65 IEC/TC 86	Telecomunicações e troca de informações entre sistemas
ISO/IEC JTC 1/SC 7	IEC/TC 56	Engenharia de <i>software</i> e sistemas
ISO/IEC JTC 1/SC 23	IEC/TC 100	Mídia gravada digitalmente para intercâmbio e armazenamento de informações
ISO/IEC JTC 1/SC 24	IEC/TC 100	Computação gráfica, processamento de imagens e representação de dados ambientais
ISO/IEC JTC 1/SC 27	IEC/SC 121A IEC/SC 45A IEC/TC 57 IEC/TC 65	Segurança da informação, segurança cibernética e proteção de privacidade
ISO/IEC JTC 1/SC 28	IEC/TC 100	Equipamento de escritório
ISO/IEC JTC 1/SC 29	IEC/TC 100 IEC/TC 64 IEC/TC 9	Codificação de informações de áudio, imagem, multimídia e hiperídia
ISO/IEC JTC 1/SC 32	IEC/SC 3D	Gestão e intercâmbio de dados



Comitê ISO	Comitê IEC	Descrição
ISO/IEC JTC 1/SC 34	IEC/TC 100	Idiomas de descrição e processamento de documentos
ISO/IEC JTC 1/SC 35	IEC/SyC AAL IEC/TC 100 IEC/TC 124	Interfaces de usuário
ISO/IEC JTC 1/SC 37	IEC/SC 3C IEC/TC 79	Biometria
ISO/IEC JTC 1/SC 39	IEC/SyC <i>Smart Cities</i> IEC/TC 100 IEC/TC 111	Sustentabilidade, TI e <i>data centers</i>
ISO/IEC JTC 1/SC 42	IEC/SC 65A IEC/SyC AAL IEC/SyC SM IEC/SyC <i>Smart Cities</i> IEC/TC 65	Inteligência artificial

5.1. Processo de normalização da ISO e da IEC

O processo de desenvolvimento das normas da ISO e da IEC segue regras comuns, estabelecidas nas ISO/IEC *Directives part 1* (IEC; ISO, 2020) e *part 2* (IEC; ISO, 2018); varia de dois a cinco anos; e compreende as seguintes etapas conforme as diretivas 1 e 2 da ISO/IEC:



Figura 22 – Processo de normalização internacional

Fonte: ISO, 2020d

As normas são desenvolvidas no âmbito dos comitês técnicos (TC), constituídos pelos membros da ISO ou da IEC que se inscrevem como participantes (membros – P) ou observadores (membros – O). As decisões nos comitês são tomadas pelos membros – P; estes têm a obrigação



de votar em todos os assuntos formalmente submetidos a votação, e, sempre que possível, estar presentes nas reuniões internacionais. Já os membros – O recebem as informações sobre o andamento dos trabalhos, mas não votam os documentos.

Cada comitê conta com um coordenador (*chair*) e uma secretaria técnica, que é assumida por um Organismo Nacional de Normalização, dentre os membros – P do comitê. Quando necessário, os TC são subdivididos em subcomitês (SC), que funcionam da mesma maneira. São ainda constituídos grupos de trabalho (WG) para o desenvolvimento de temas e tarefas específicas, como preparar uma minuta de norma.

As normas são voluntárias, cabendo aos seus membros decidirem se as adotam como normas nacionais ou não. Contudo, como as normas ISO e IEC são reconhecidas como as referências técnicas para o comércio internacional, é cada vez mais frequente sua adoção como normas nacionais pelos países. Quando isto ocorre, as normas nacionais adotam também a designação que têm na ISO e IEC, complementada com o código nacional respectivo, de maneira a ficar claro que se trata da adoção na íntegra de uma norma ISO (ISO, 2005a; ISO, 2005b) ou IEC.

5.2. Estrutura da IEC

O órgão de tomada de decisão da IEC é a Assembleia Geral e recebe o nome de *Council*. Seus membros são os presidentes e secretários de todos os comitês nacionais; os atuais diretores da IEC; os presidentes anteriores da IEC; e membros do Conselho Superior (*Council Board – CB*), do Conselho de Avaliação da Conformidade (*Conformity Assessment Board – CAB*), do Conselho de Estratégia de Mercado (*Market Strategy Board – MSB*) e do Conselho de Gestão da Normalização (*Standardization Management Board – SMB*).

Na Figura 23, é representada a estrutura IEC (IEC, 2020d).

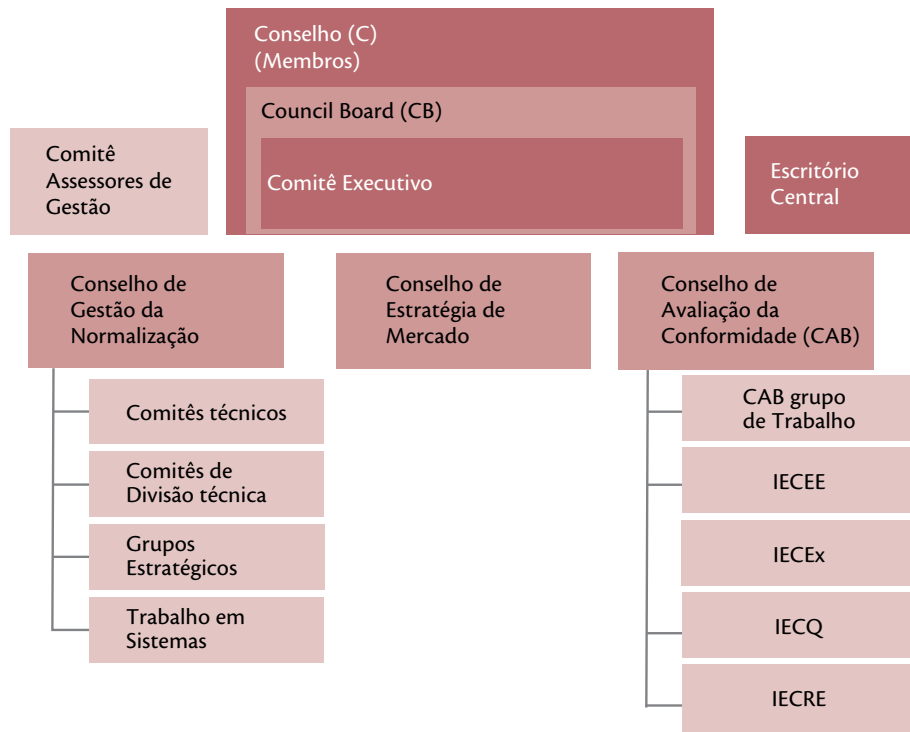


Figura 23 – Estrutura de gestão da IEC

Fonte: IEC, 2020d

A Assembleia Geral (*Council*) define a política da IEC e os objetivos estratégicos e financeiros de longo prazo. As estratégias de curto e médio prazos são definidas pelo Conselho Superior (*Council Board*), do qual participam os presidentes do CAB, do SMB e do MSB, além de diretores da IEC e 15 membros eleitos pela Assembleia Geral (*Council*). O Conselho Superior (*Council Board*), por sua vez, é assessorado por órgãos específicos de acordo com os diversos temas:

- Conselho de Gestão da Normalização – *Standardization Management Board (SMB)*
- Conselho de Avaliação da Conformidade – *Conformity Assessment Board (CAB)*
- Conselho de Estratégia de Mercado – *Market Strategy Board (MSB)*

A Assembleia Geral (*Council*) é responsável por eleger a diretoria da IEC e os membros do CB, do SMB e do CAB. É também responsável pela aprovação dos pedidos de adesão à IEC, pelas alterações propostas aos estatutos da IEC e do regimento e pela resolução de apelos da Diretoria Conselho.



O conselho reúne-se pelo menos uma vez por ano na Assembleia Geral IEC. A Diretoria Executiva (*Executive Committee*) da IEC é responsável pela gestão do dia a dia, é composta pelos diretores IEC e reporta-se ao CB. É também responsável por implementar as decisões do CB e do conselho e, por intermédio do secretário-geral e do diretor-presidente, supervisiona todas as operações do escritório central.

Para realizar o trabalho técnico, há atualmente 210 TC e SC e, ainda, cerca de 690 *Working Groups* (WG), 208 *Project Teams* (PT) e 643 *Maintenance* (MT) (IEC, 2019c).

Estes grupos de trabalho são compostos por pessoas de todo o mundo que são especialistas em eletrotécnica. A grande maioria vem da indústria, mas há importantes participações do comércio, governo, laboratórios de ensaio, laboratórios de pesquisa, universidades e entidades representativas dos consumidores, dentre outras partes interessadas.

Como já mencionado, as secretarias dos TC e SC são asseguradas por Comitês Nacionais que são membros-P. A distribuição destas secretarias pelos países dá uma indicação muito boa da intensidade de participação na IEC e está representada na Tabela 10.

Tabela 9 – Relação de número de secretarias por país

País	Nº de secretarias	País	Nº de secretarias
ÁFRICA DO SUL	1	FEDERAÇÃO RUSSA	3
ALEMANHA	36	POLÔNIA	1
AUSTRÁLIA	2	FRANÇA	23
ÁUSTRIA	2	HOLANDA	1
BÉLGICA	3	HUNGRIA	1
CANADÁ	2	ITÁLIA	13
CHINA	11	JAPÃO	24
CORÉIA DO SUL	10	NORUEGA	2
CROÁCIA	1	NOVA ZELÂNDIA	1
DINAMARCA	2	REINO UNIDO	20
ESPAÑA	2	SUÉCIA	7
ESTADOS UNIDOS	26	SUIÇA	2

Fonte: IEC, 2019c



Pode-se perceber que a participação alcança um número relativamente amplo de países, mas também está bastante concentrada em cinco países que possuem 20 ou mais secretarias. Destaca-se também que o Brasil não é responsável por nenhuma secretaria na IEC.

5.3. Visão estratégica da IEC

O *Masterplan* (IEC, 2019d) é o planejamento estratégico da IEC. Sua missão é alcançar o uso mundial das normas IEC e do sistema de avaliação da conformidade IEC, que garantem segurança, eficiência, confiabilidade e interoperabilidade de tecnologias elétricas, eletrônicas e de informação, a fim de melhorar o comércio internacional, facilitar o amplo acesso à eletricidade e permitir um mundo mais sustentável. A seguir, os principais temas contidos no plano estratégico e objetivos relacionados a cada um:

- Mercado e relevância social
 - › Responder eficazmente às necessidades do mercado e da sociedade

A IEC fortalecerá sua capacidade de identificar e responder a desenvolvimentos tecnológicos emergentes, bem como ao mercado e às tendências sociais. O papel do Conselho de Estratégia de Mercado (MSB) será essencial e terá suas atividades e influência ampliadas para que se torne um *think tank* que reúna informações da indústria e da comunidade mundial de pesquisas e oriente proativamente o futuro e os trabalhos da IEC.

O MSB também deve contribuir para tornar a IEC a escolha preferida para diálogos do setor público-privado sobre mercado e tecnologias em desenvolvimentos antes que surjam as necessidades de normalização. Desta forma, oportunidades para resolver questões sociais – como mudanças climáticas, envelhecimento da população, segurança e apoio ao comércio internacional livre e justo de produtos e serviços – serão proativamente identificadas e promovidas.

- › Reunir todas as partes interessadas relevantes

A IEC continuará a fortalecer proativamente seu relacionamento com a indústria (incluindo fabricantes, PME, operadores, instaladores e utilitários, como TI e outros provedores de serviços), como a principal colaboradora e usuária do seu trabalho. No entanto, deve ser dada atenção



a outras partes interessadas, em especial aos reguladores e formuladores de políticas, a fim de criar confiança no trabalho da IEC em atividades reguladoras e legislativas. Além disso, deve ser criado um fórum para que os usuários finais dos serviços de avaliação da conformidade recebam informações sobre as atividades da IEC. A identificação e o engajamento das partes interessadas devem ser de responsabilidade de toda a comunidade da IEC, em especial dos comitês e comitês técnicos, e o compartilhamento de melhores práticas deve ser incentivado.

- › Fornecer soluções inovadoras para colaborar com outras organizações

A IEC se tornará líder na colaboração e na promoção de parcerias sempre que apropriado, estabelecendo novas abordagens para colaboração com outras organizações – em particular entidades internacionais e regionais de desenvolvimento de normas e de avaliação da conformidade – para reduzir a duplicação de esforços e evitar a fragmentação. A IEC também reconhecerá o papel e a importância dos consórcios da indústria, com os quais promoverá parcerias sempre que houver uma demanda do mercado.

- Modelo de negócios sustentável
 - › Confiança inspiradora e uso mundial da marca IEC

A marca IEC precisa de maior visibilidade e reconhecimento. A IEC identificará oportunidades e alavancará sistematicamente a comunicação e o *marketing* que aumentam a conscientização global sobre seu trabalho. Novas formas de promover projetos técnicos serão investigadas, incluindo a expansão do uso de mídias sociais e mensagens direcionadas sobre os benefícios do trabalho da IEC para diferentes grupos de partes interessadas e setores.

- › Garantir a estabilidade a longo prazo através de um mix de receitas diversificado e sustentável

O escritório central deve apoiar os comitês nacionais na busca e no desenvolvimento de iniciativas apropriadas para ampliar fontes de receita da IEC. A IEC analisará, portanto, as necessidades do mercado e considerará as oportunidades de desenvolvimento de negócios para oferecer mais valor agregado nos produtos e serviços, que serão personalizados para atender às necessidades de seus clientes.

- › Estabelecer bases legais sólidas para todo o modelo de negócios



O desenvolvimento de novos fluxos de receita exigirá análise, preparação e planejamento substanciais. A IEC estabelecerá uma base legal sólida, cobrindo direitos autorais, propriedade intelectual, proteção de segurança e responsabilidade.

- Organização flexível
 - › Conseguir uma estrutura de governança transparente, que trate de oportunidades e desafios

A coordenação entre os vários conselhos de administração da IEC deve ser aprimorada e ter mais transparência em suas atividades e decisões. A IEC deve incentivar os comitês técnicos a melhorarem seu papel e influência estratégica por meio da consideração das necessidades comerciais e políticas, bem como o envolvimento de seus usuários finais. O equilíbrio geográfico nas posições de liderança deve ser revisto e abordado sempre que possível. Deve ser dado apoio à capacitação de diferentes países para preparar candidatos a assumir tais posições.

- › Garantir que o trabalho da IEC seja relevante e usado em qualquer lugar

O princípio da delegação nacional será continuamente construído e reforçado como uma força fundamental da IEC. Associação adicional e modelos de participação precisam serão avaliados para garantir que a IEC permaneça relevante e que seus produtos e serviços sejam usados de maneira mais ampla em todos os lugares. Pode haver um número limitado de situações em que a participação direta da indústria seja apropriada. Esses casos devem ser considerados isoladamente. Também haverá esforço para garantir que as economias em desenvolvimento tenham informações e canais de participação suficientes para contribuir e se beneficiarem do trabalho da IEC. Os membros e afiliados receberão apoio do escritório central e de seus centros regionais para incentivar o uso do trabalho da IEC em seus países e regiões, por exemplo, em acordos comerciais e políticas públicas.

- › Representar todos os interesses relevantes em todos os níveis

Os comitês nacionais são a espinha dorsal da IEC e têm o papel crucial de trazer todos os participantes à mesa para fornecer contribuições relevantes e garantir a implementação efetiva do trabalho da IEC em nível nacional. Além disso, a IEC deve orientar sobre a estrutura, a representação e o papel dos comitês nacionais e enfatizar seu papel no envolvimento de todas as partes interessadas nas tomadas de decisão – inclusive sobre aspectos financeiros –, bem como sua responsabilidade pelas atividades de avaliação de conformidade da IEC. Os membros e afiliados devem analisar



e adaptar continuamente a própria governança, operações e representação para cumprir seus compromissos com a IEC.

- › Atrair os melhores líderes e especialistas do mundo

Para garantir que a IEC permaneça orientada para o mercado e para o voluntariado, a maioria dos líderes e especialistas deve continuar a vir da indústria. O escritório central e seus centros regionais apoiarão e incentivarão os comitês nacionais no estabelecimento de programas abrangentes para atrair os recém-chegados e treinar seus especialistas. O Programa de Jovens Profissionais da IEC será expandido a fim de incluir ações concretas para aumentar o envolvimento no trabalho da IEC e atividades adicionais serão desenvolvidas para apoiar os comitês nacionais nas atividades de extensão.

- Operações ágeis
 - › Adotar novas maneiras de trabalhar

Em vista da dinâmica em rápida mudança e da transformação digital da indústria, a comunidade da IEC precisa estar aberta a novas ideias, tecnologias e práticas de trabalho, incluindo abordagens inovadoras para o desenvolvimento, disseminação e venda de normas. A IEC vai continuar preparando-se para mudanças fundamentais que afetarão suas operações principais, como tendências de código aberto e dados abertos e novas formas de padrões digitais que possam ser usados diretamente por máquinas. Em termos de avaliação da conformidade, a expansão contínua além do escopo da IEC será explorada, assim como novas oportunidades.

- › Criar processos e operações flexíveis, eficientes e econômicos

Modelos de coordenação construtivos entre as estruturas operacionais da IEC são necessários para responder oportuna e eficientemente às demandas do mercado. A IEC continuará a desenvolver sua abordagem de sistemas e a fornecer normas em tempo hábil, sem comprometer a qualidade ou a relevância do mercado. Novas estruturas também serão necessárias para alavancar o crescimento esperado em oportunidades para atividades de avaliação da conformidade. As novas necessidades do mercado para serviços de avaliação da conformidade serão analisadas sistematicamente em paralelo ao desenvolvimento de uma nova norma. Para todas as atividades da IEC, o gerenciamento de projetos será aprimorado, com metas mensuráveis, e serão introduzidas tecnologias para promover reuniões remotas e a tomada de decisões em tempo real.

- › Fornecer ferramentas de TI de ponta



A comunidade da IEC deve ter ferramentas de TI que melhorem a qualidade e a velocidade do trabalho, ajudem a diminuir o custo da participação, sejam fáceis de usar e apoiem o desenvolvimento de novos produtos e serviços. As oportunidades de digitalização serão aproveitadas como um mecanismo para tornar a IEC uma líder mundial nas futuras formas de trabalho. A IEC deve considerar, caso a caso, as oportunidades de desenvolver novas ferramentas de TI em colaboração com outras organizações para otimizar recursos.



6. NORMALIZAÇÃO NA UNIÃO EUROPEIA

Dada a importância que as instituições europeias alcançaram nos últimos 30 anos no cenário da tecnologia, da competitividade e da normalização e avaliação da conformidade, é conveniente também apresentar a estrutura da normalização nessa região.

É importante destacar que o processo de constituição do mercado único europeu, intensificado a partir de meados dos anos 1980, teve a normalização e a avaliação da conformidade como um dos seus pilares, o que resultou em abordagens e práticas inovadoras que repercutiram para muito além da Europa e influenciaram grandemente o mercado e as instituições internacionais e globais.

No nível europeu, são reconhecidos três organismos de normalização: o Comitê Europeu de Normalização (CEN), que atua na maioria dos domínios; o Comitê de Normalização Eletrotécnico (Cenelec), para a área eletroeletrônica; e o Instituto Europeu de Normalização para Telecomunicações (ETSI). Estes organismos são formalmente reconhecidos pela União Europeia, por intermédio da Comissão Europeia¹⁶.

É fundamental destacar uma característica importante dos organismos europeus de normalização: os membros nacionais têm a obrigação de implementar integralmente as normas europeias, ou seja, adotá-las como normas nacionais e cancelar outras que porventura tenham algum conflito com elas.

Esta peculiaridade tem uma grande importância e é singular em relação aos demais organismos de normalização regional e sub-regional de outras partes do mundo, como é o caso da Copant e da AMN. A consequência é que as normas europeias têm um grande impacto econômico e grandes consequências para o mercado, concretizando efetivamente um mercado único, com uma referência única, sem obstáculos técnicos.

¹⁶ Comissão Europeia – é o Poder Executivo da União Europeia, mas também exerce funções legislativas. É uma instituição politicamente independente que representa e defende os interesses da União como um todo, propõe legislação, políticas e programas de ação e é responsável pela execução das decisões do Parlamento e do Conselho. A Comissão tem o direito exclusivo de iniciativa no processo legislativo, ou seja, propõe a nova legislação da UE, mas são o Parlamento Europeu e o Conselho que a adotam.



Como resultado, a participação na normalização europeia é muito intensa e pode-se dizer que o centro de gravidade das atividades dos organismos nacionais de normalização na Europa passou do foco nacional para o regional.

Isto está claramente ilustrado no Gráfico 3, em que se apresenta a evolução do catálogo de normas britânicas, do *British Standards Institution* (BSI), e a sua composição ao longo do tempo. Percebe-se claramente que a adoção das normas europeias intensificou-se ao longo do tempo, assim como a publicação de normas exclusivamente britânicas diminuiu.

Composição Internacional do Catálogo BSI (1986-2003)

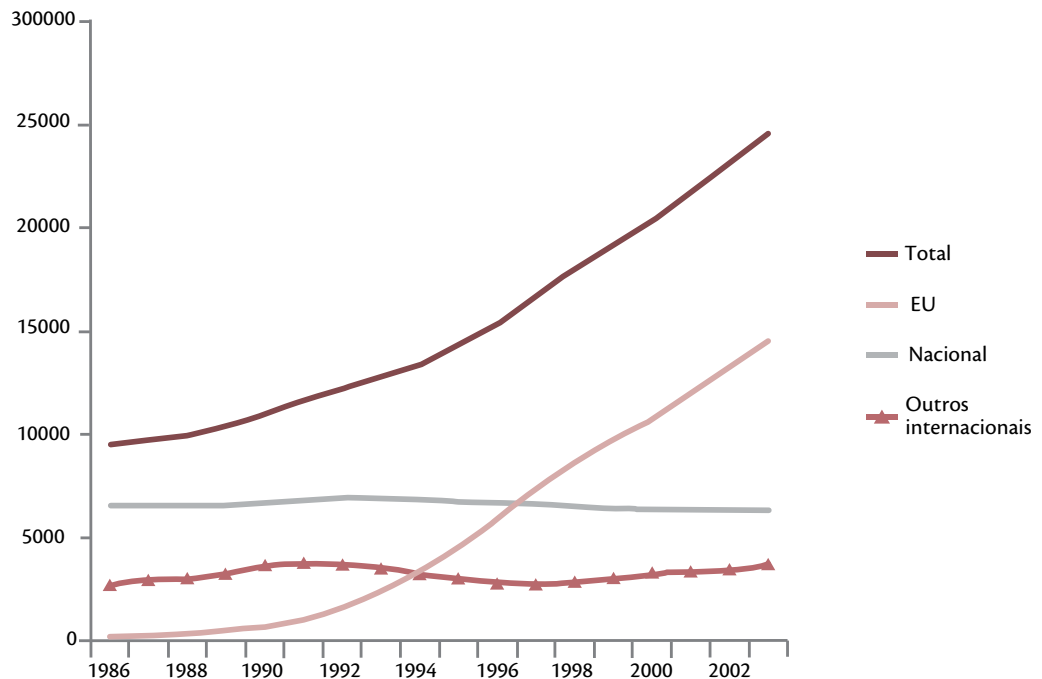


Gráfico 3 – Evolução da composição do catálogo de normas britânicas

Fonte: UNITED KINGDOM, 2005.



6.1. O Comitê Europeu de Normalização

O CEN é uma organização técnica privada, sem fins lucrativos, com sede em Bruxelas. Atua em diversas áreas, no Espaço Econômico Europeu, que abrange a UE e os países da Associação Europeia de Livre Comércio (EFTA).

O CEN tem 34 membros, sendo: 27 países da União Europeia, Reino Unido, República da Macedônia do Norte, Turquia e Sérvia, além da Suíça, Noruega e Islândia, que fazem parte da EFTA. Os membros são os Organismos Nacionais de Normalização de cada país. O comitê conta atualmente com 2.134 normas ativas e com a atuação de mais de 60 mil especialistas e publica em média 1.066 normas por ano (CEN; CENELEC, 2019c).

O CEN atua ainda em certificação (com a sua marca *Keymark*) e oferece assistência técnica para construção de infraestrutura tecnológica (normalização, ensaios e metrologia e avaliação da conformidade) tanto em nível nacional quanto regional. Os produtos do CEN são os seguintes:

- Normas europeias (EN)
- Especificações técnicas (TS)
- CEN Guides (CG)
- Relatórios técnicos (TR) e
- CEN *Workshop Agreement* (CWA)

6.2. O Cenelec

O Cenelec é uma organização técnica sem fins lucrativos com sede em Bruxelas reconhecida pela Comissão Europeia. Tem 34 membros nacionais e 3 afiliados. O Cenelec encerrou o ano de 2019 com um total de 7305 normas ativas. Durante o ano de 2019, foram publicadas 463 normas (CENELEC, 2020).



6.3. O ETSI

O *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) é uma organização multinacional, sem fins lucrativos, estabelecida na França e conta com mais de 900 organizações-membros em todo o mundo, provenientes de 65 países e cinco continentes (ETSI, 2020). Os membros compõem um conjunto diversificado de grandes e pequenas empresas privadas, entidades de pesquisa, universidades, governo e organizações públicas. O ETSI atua na área de normalização em telecomunicações.

6.3.1. Processo de normalização do CEN e do Cenelec

O processo de elaboração de normas pelo CEN e Cenelec dura, em média, três anos. O fluxograma desse processo pode ser observado na Figura 24:

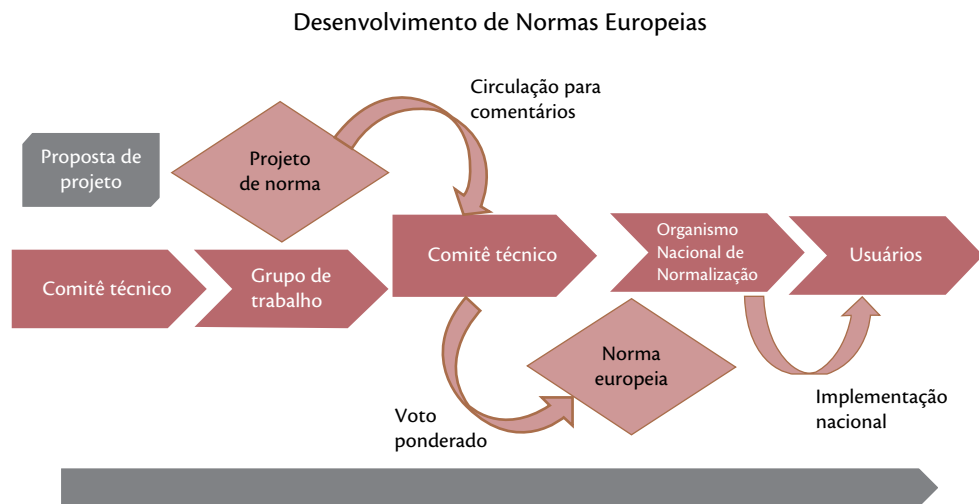


Figura 24 – Processo de normalização Europeu¹⁷

Fonte: ??????????

Há um critério de ponderação nos votos dos membros nacionais para aprovação das normas. O Gráfico 4 apresenta a ponderação dos votos por país no CEN:

¹⁷ Apresentação CEN/Cenelec efetuada por ocasião de missão de estudos realizada no âmbito de projeto de cooperação entre a Comissão Europeia e o então Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior do Brasil. A missão foi organizada pelo Inmetro e realizada em 2008.

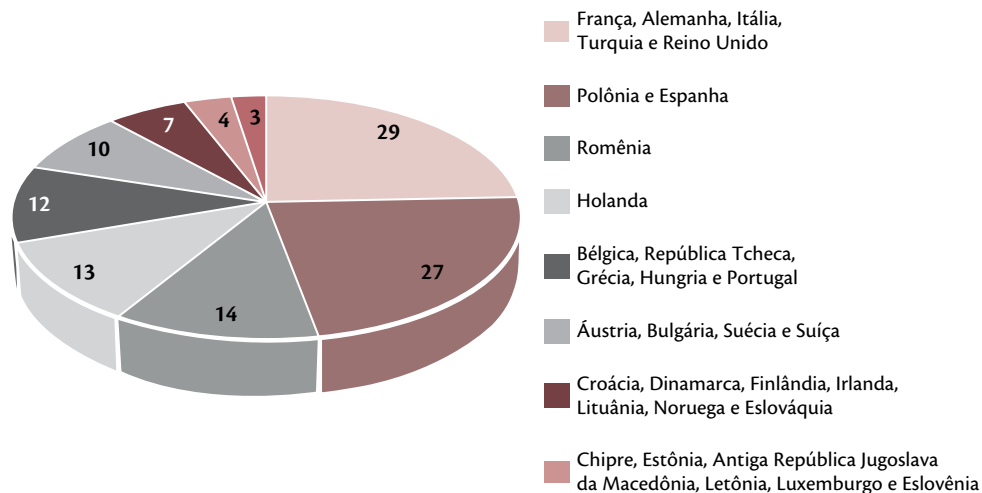


Gráfico 4 – Peso dos votos de cada país membro do CEN¹⁸

Fonte: Elaboração própria com base em (CEN, 2020b)

Atualmente, 32,6% das normas europeias (CEN) são idênticas às normas ISO. No caso do Cenelec, cerca de 73% das normas são idênticas ou baseadas nas normas IEC (CEN; CENELEC, 2019c).

A Comissão Europeia solicita que o CEN avalie a conformidade de todas as normas harmonizadas¹⁹ em relação aos requisitos essenciais das diretivas relevantes. Nesse sentido, o CEN indica consultores independentes para participar do processo de normalização, que auxiliam na interpretação dos requisitos essenciais nas normas e possuem poder de veto. Eles são remunerados pela Comissão Europeia, não podem ser contratados por mais de oito anos e são gerenciados pelo CEN, que avalia seus relatórios periódicos.

O consultor avalia a norma e encaminha seu parecer para a secretaria central do CEN poucas semanas antes do final do período de votação. Se o parecer for negativo, a norma não é ratificada e é devolvida ao comitê técnico. O conselho técnico do CEN tem a decisão final sobre a apresentação da norma como norma harmonizada da Comissão Europeia.

¹⁸ Figura elaborada por meio de fonte disponível em (CEN, 2020b)

¹⁹ São normas elaboradas com base nos chamados requisitos essenciais, que são genéricas e aplicáveis a grandes categorias de produtos. Os requisitos essenciais referem-se aos aspectos de segurança ou a outros de interesse coletivo e que correspondem a objetivos legítimos do Estado.



A comissão começou a usar o Consultor da Nova Abordagem (UE, 1985) há cerca de dez anos por causa da quantidade de normas que precisavam ser harmonizadas e diante da dificuldade do seu pessoal em acompanhar todos os trabalhos.

Atualmente, o CEN e o Cenelec compartilham o seu secretariado, o que é um fato digno de nota, uma vez que sempre foram organizações distintas, ainda que com estreita cooperação. Não é estranha a essa decisão a análise crítica do sistema europeu de normalização que foi conduzida na Europa pela Comissão Europeia. Em alguns países, as atividades de normalização na área elétrica e nas demais áreas que, por tradição, eram desempenhadas por organizações distintas estão a ser reunidas em uma só organização. O aspecto dos custos de manter duas organizações distintas é um dos pontos óbvios de discussão e a iniciativa de compartilhar as secretarias de ambas as organizações é um passo na direção dessa integração.

6.3.2. Visão estratégica

O CEN e o Cenelec têm como missão satisfazer as necessidades das suas partes interessadas. Seu objetivo é produzir normas de alta qualidade para os produtos e serviços que incorporem qualidade, segurança, meio ambiente, requisitos de acessibilidade e interoperabilidade. Os dois comitês apoiam ativamente a normalização internacional e cooperaram estreitamente com a Organização Internacional de Normalização (ISO) e a Comissão Internacional de Eletrotécnica (IEC) para alcançar a meta de uma norma, um teste, aceito em todos os lugares

Em conformidade com a publicação da Comissão Europeia feita em 2010 *Europa 2020 - A strategy for smart, sustainable and inclusive growth* (CE, 2013) as comunidades do CEN e do Cenelec elaboraram seu planejamento estratégico, que chamam de *Ambitions 2020* (CEN; CENELEC, 2013). As seis estratégias contidas nesse documento são:

i Influência global

O CEN e o Cenelec buscam promover a participação ativa de peritos europeus na área de normalização internacional, reforçando a relação com a ISO e a IEC. Os comitês serão os parceiros preferenciais de normalização da indústria, de forma a obter uma vantagem inédita no mercado global e aumentando, assim, a liderança e a competitividade da Europa em nível internacional.



Os comitês também estabelecerão parcerias estratégicas internacionais e regionais com as principais congêneres estrangeiras para promover o acesso ao mercado global. Por meio destas parcerias, o CEN e Cenelec vão empreender esforços para fortalecer o papel da ISO e da IEC como as principais plataformas internacionais de normalização.

A normalização europeia será um componente-chave nas discussões comerciais com os países e regiões fora da Europa, com vista a promover um conjunto coerente de normas e regulamentos em países que são os principais parceiros comerciais europeus. Esta abordagem colaborativa será promovida como um modelo de sucesso em todo o mundo.

ii Influência regional

As normas europeias apoiarão o fortalecimento e a diversificação da base industrial da Europa. O sistema regulatório europeu aumentará sua confiança nas normas CEN e Cenelec. O processo de normalização se envolverá com as partes interessadas na Europa para desenvolver normas que atendam às suas necessidades. O CEN e Cenelec vão elaborar normas de interesse do mercado europeu que não estejam sendo tratadas pela normalização internacional.

A normalização europeia será um componente vital de harmonização do mercado de serviços, assim como é para os bens, por meio da remoção de barreiras comerciais e da redução de custos de conformidade. A coerência com as normas internacionais será buscada sempre que possível. Normas europeias e internacionais serão utilizadas como referência para o acesso aos mercados e, em particular, para a avaliação da conformidade. A relevância regional das normas europeias irá atrair países europeus fora da União Europeia e da EFTA.

iii Maior reconhecimento

- Pelos usuários de normas

CEN e Cenelec irão fornecer um mecanismo proativo para a identificação de novas tendências de mercado e para a criação de novas soluções que visam a atender às crescentes necessidades do mercado. Isso irá incentivar uma maior utilização de normas europeias em organizações que valorizam a competitividade e que buscam o acesso ao mercado.

- Pelos fabricantes de normas



CEN e Cenelec vão fortalecer o reconhecimento da normalização. O conhecimento mais profundo das novas tendências vai incentivar o investimento e a participação do setor privado e o uso da normalização como uma ferramenta estratégica para apoiar o crescimento dos negócios. A participação da indústria no processo de desenvolvimento de normas também será fortalecida e sustentada.

- Pelos reguladores

O papel da normalização europeia no apoio a políticas públicas, a diretrizes e a regulamentos será reforçado por uma parceria público-privada robusta que irá reconhecer a natureza voluntária das normas.

- Pela sociedade

Os esforços contínuos do CEN e do Cenelec para aumentar a visibilidade das normas europeias e para promover a participação efetiva dos atores sociais no processo de normalização vai gerar uma maior consciência pública e a confiança nos benefícios das normas em áreas como segurança pública, bem-estar e proteção ambiental. Normas europeias serão relevantes e cada vez mais reconhecidas e confiáveis.

iv Rede de excelência

Processos, estruturas e resultados serão adaptados para atender às crescentes necessidades e oportunidades tecnológicas, a fim de reduzir o tempo de mercado e facilitar a absorção de novas tecnologias. Normas serão projetadas e desenvolvidas de forma compreensível, fácil de aplicar, sensível às necessidades do usuário final e dentro do prazo exigido pelo mercado específico. Existirão serviços como aconselhamento e orientação sobre normas, a sua aplicação e questões conexas.

O conhecimento e a experiência desenvolvida pelo CEN e pelo Cenelec serão amplamente divulgados e, assim, a reputação e o valor do sistema de normalização europeia serão reforçados, dentro e fora da Europa.

v Inovação e crescimento



Normas europeias vão apoiar a implantação de inovações e encorajar a aceitação de soluções inovadoras no mercado. Fabricantes europeus de normalização terão estreita cooperação com a comunidade de pesquisa e desenvolvimento e a inclusão oportuna dos resultados das pesquisas em atividades de normalização será rotina.

CEN e Cenelec terão um canal natural de ideias para o desenvolvimento de normas, para facilitar a aceitação de produtos inovadores no mercado, para aumentar a sua relevância e para obter a interoperabilidade e a compatibilidade com produtos novos e existentes, serviços, sistemas e processos. Os comitês se envolverão ativamente no desenvolvimento de normas que suportam o desenvolvimento sustentável, o bem-estar social e no ambiente de trabalho no longo prazo.

vi Sistema sustentável

CEN e Cenelec garantirão a sustentabilidade financeira da normalização europeia, por meio de modelos de negócios que se adaptam em um ambiente de rápida evolução. Os custos e a responsabilidade de desenvolver e manter normas serão suportados pelos fabricantes e usuários das normas, para que o sistema permaneça independente e o mercado, relevante. CEN e Cenelec irão aumentar a compreensão sobre a normalização para incentivar a renovação da base de peritos e a sustentabilidade no longo prazo do sistema de normalização.

Atualmente, está sendo elaborada a *Estratégia 2030* (CEN; CENELEC, 2020b). Um rascunho desta estratégia, incluindo uma visão e declaração de missão e um conjunto preliminar de metas para desenvolvimento futuro, está disponível para estimular o debate e a reflexão entre as partes interessadas. Esse rascunho possui quatro objetivos principais, sendo o segundo deles direcionado para a digitalização. O objetivo é “Nossos clientes se beneficiam de soluções digitais de última geração”.

O CEN e o Cenelec buscam oportunidades oferecidas pela digitalização para interagir com clientes e com novos públicos afim de aplicá-la tanto ao formato das normas que produzem quanto à forma de produção. As prioridades e objetivos estratégicos que apoiarão este objetivo são os seguintes:

- Produzir normas para a economia digital

O CEN e o Cenelec precisam melhorar a entrega de normas, fazendo o melhor uso da tecnologia para aumentar a velocidade de desenvolvimento, e fornecer formatos mais inovadores e produtos de



maior qualidade. Isso será alcançado por meio da implementação de um conjunto de tecnologias, incluindo formatos legíveis por máquina (MRF) e outros produtos digitais. Essas tecnologias introduzirão modelos de normalização mais ágeis e responsivos ao mercado, com opções para atualizações regulares, entrega de informações e interação transparente.

- Transformar o processo de desenvolvimento de normas

A rápida taxa de inovação digital requer processos de normalização flexíveis e reativos. O CEN e o Cenelec investirão no desenvolvimento de uma plataforma digital amigável para a autoria eficiente e colaborativa de normas, permitindo a entrega oportuna de produtos de normalização. Isto incluirá uma abordagem convergente de TI entre os organismos de normalização internacionais e europeus. Recursos financeiros serão mobilizados para modernizar a infraestrutura de TI e, quando necessário, o CEN e o Cenelec desenvolverão medidas de apoio e uma implementação em fases para garantir que todos os membros beneficiem-se da transformação digital.

- Garantir a estabilidade financeira do Sistema Europeu de Normalização no longo prazo

A produção de normas para a era digital exigirá uma transformação que vai muito além das atualizações técnicas. Abraçar a transformação digital exigirá uma mudança na mentalidade e nos modelos de negócios atuais. Para garantir a estabilidade financeira do Sistema Europeu de Normalização no longo prazo e sua relevância futura, o CEN e o Cenelec avaliarão o impacto da digitalização nos seus modelos de negócio. Tendo em vista que os modelos de negócios diferem entre um membro e outro, os dois comitês apoiarão seus membros em sua avaliação e preparação estratégica, bem como facilitarão a pesquisa e os exercícios de mapeamento para identificar as melhores práticas para modelos de financiamento sustentáveis.

Vale destacar que muitas questões delineadas fazem parte do Plano Estratégico de Transformação Digital do CEN e do Cenelec, adotado em 2017. Algumas já estão a ser abordadas por meio de uma série de projetos-piloto atualmente em curso. Qualquer planejamento estratégico futuro sobre transformação digital será, portanto, estreitamente alinhado com o trabalho do Grupo Consultivo Estratégico CEN-Cenelec em Tecnologia Digital e de Informação (DITSAG)

As informações mencionadas fazem parte de um rascunho e, portanto, são preliminares por natureza e estarão sujeitas a mudanças significativas à medida que desenvolverem mais o pensamento estratégico.



ANEXO B – INFORMAÇÕES SOBRE O COMITÊ PARA SISTEMAS DE MANUFATURA INTELIGENTE (IEC/SyC SM).

Tabela B.1 – Lista de grupo de trabalhos, escopo e membros

Tipo	Sigla	Nome	Escopo	Membros	Data de criação
Grupo de trabalho	WG 1	Use Cases & Supporting IT Tools	Facilitar a coleta, o armazenamento e a distribuição de casos de uso de manufatura inteligente.	17 participantes 7 países	11/2019
Grupo de trabalho	WG 2	Terminologia	Facilitar a coordenação e a publicação da terminologia usada nos produtos de manufatura inteligente.	17 participantes 7 países	11/2019
Grupo de trabalho	WG 3	Ferramentas de navegação para SyC SM	Facilitar a coordenação e o desenvolvimento de ferramentas de suporte de TI que permitirão o acesso a casos de uso, a normas e a arquiteturas relacionados à manufatura inteligente.	14 participantes 6 países	11/2019
Grupo Consultivo	AG 1	Marketing, divulgação e comunicação	<ul style="list-style-type: none"> Implementar as tarefas descritas no relatório de reunião SyC SM / AhG 1/023-R1. Revisar os termos de referência propostos que estão descritos no SyC SM / AhG1 / 024 ToR datado de 13 de setembro de 2019 e atualizar o documento para refletir as atividades do WG1. 	14 participantes 7 países	11/2019
Grupo Ad-Hoc	ahG 5	Revisão SRG	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolver uma resposta à proposta de revisão dos termos de referência do SMB. Desenvolver uma resposta à implementação do <i>MasterPlan SMB TF</i> sobre o assunto de ferramentas de mapeamento. 	10 participantes 10 países	11/2019
Grupo Ad-Hoc	ahG 6	Desenvolvimento de Plano Estratégico de Negócios (SBP) para SyC SM	<p>O escopo do plano de negócios deve abordar um horizonte de tempo de cinco anos, revisar os programas nacionais de manufatura inteligente e as iniciativas de normalização em nível nacional, regional e internacional.</p> <p>O plano deve usar o modelo IEC e estabelecer programas de trabalho com vista a harmonizar e integrar os resultados de várias atividades globais identificadas para facilitar a entrega de um portfólio de normas que permitem a construção e a entrega de sistemas globais de manufatura inteligente.</p>	4 participantes 4 países	07/2020



Tipo	Sigla	Nome	Escopo	Membros	Data de criação
Grupo Consultivo	CAG 1	Grupo Consultivo do Presidente	Representa os interesses das partes interessadas do SyC SM e auxilia no desenvolvimento do escopo, estrutura, agenda e plano estratégico de negócios do SyC SM.	18 participantes 8 países	04/2019
Fórum aberto	OF 120	Mapa de normas de manufatura inteligente (SM2)	<ul style="list-style-type: none"> Fase 1: Criar uma compilação inicial de termos e definições para manufatura inteligente; gerar e organizar uma lista definitiva de normas relevantes para a manufatura inteligente dos comitês participantes do SMCC e IEC, levando em consideração o trabalho feito até o momento; identificar normas de manufatura inteligente adicionais relevantes de outras Organizações Nacionais de Normalização, incluindo consórcios e iniciativas nacionais; fornecer uma classificação inicial para facilitar a navegação e a compreensão do conteúdo; publicar o resultado da Fase 1 como um Relatório Técnico ISO/IEC e publicar atualizações periódicas. Fase 2: Classificar o conteúdo do mapa de normas de acordo com os modelos de referência existentes e o modelo de referência unificado resultante da ISO / TC 184 - IEC / TC 65 JWG 21; e publicar os resultados em um formato de banco de dados mantido. Fase 3: Em colaboração com o trabalho do SRG IEC para manter o mapa de normas de energia inteligente, e com os órgãos que desenvolvem outras ferramentas de mapeamento de normas (por exemplo, a ferramenta de mapeamento norma referida na TC 184 resolução 563), desenvolver um conceito para representar o conteúdo do mapa de normas de maneira inteligente e com suporte gráfico para atender às necessidades dos usuários do mercado e desenvolvedores de normas; Definir um business case para publicar o conteúdo do mapa de normas de acordo com este conceito. Fornecer uma recomendação para ISO / TMB e IEC / SMB para apoiar a realização e manutenção do projeto de Mapa de Padrões. 	61 participantes 15 países	03/2019

Fonte: Elaboração própria.

20 O SyC SM OF1 foi configurado para cumprir os requisitos do trabalho do SEG 7 *Task Force* (JTF1) transferido sob a responsabilidade do SyC *Smart Manufacturing*.



ANEXO C – INFORMAÇÕES SOBRE O ISO/IEC JOINT TECHNICAL COMMITTEE (ISO/IEC /JTC 1)

1. LISTA DOS MEMBROS PARTICIPANTES E OBSERVADORES DO ISO/IEC JOINT TECHNICAL COMMITTEE (ISO/IEC/JTC 1)

Tabela C.1 – Membros participantes do ISO/IEC Joint Technical Committee 1

<i>País</i>	<i>ONN</i>	<i>País</i>	<i>ONN</i>
Austrália	SA	Coreia do Sul	KATS
Áustria	ASI	Líbano	LIBNOR
Bélgica	NBN	Luxemburgo	ILNAS
Canadá	SCC	Malásia	DSM
China	SAC	Malte	MCCAA
Costa do Marfim	CODINORM	Países Baixos	NEN
República Checa	UNMZ	Noruega	SN
Dinamarca	DS	Federação Russa	GOST R
Finlândia	SFS	Ruanda	RSB
França	AFNOR	Cingapura	SSC
Alemanha	DIN	África do Sul	SABS
Índia	BIS	Espanha	UNE
Indonésia	BSN	Suécia	SIS
Irlanda	NSAI	Suíça	SNV
Itália	UNI	Ucrânia	DSTU
Japão	JISC	Emirados Árabes Unidos	ESMA
Cazaquistão	KAZMEMST	Reino Unido	BSI
		Estados Unidos	ANSI

Fonte: Elaboração própria.



Tabela C.2 – Membros observadores do ISO/IEC *Joint Technical Committee 1*

País	ONN	País	ONN
Argélia	IANOR	Maurício	MSB
Argentina	IRAM	México	DGN
Armênia	SARM	República da Moldávia	ISM
Azerbaijão	AZSTAND	Mongólia	MASM
Bielo-Rússia	BELST	Montenegro	ISME
Bósnia e Herzegovina	ISBIH	Marrocos	IMANOR
Brasil	ABNT	Nova Zelândia	NZSO
Bulgária	BDS	Nigéria	SON
Burundi	BBN	Macedônia do Norte	ISRSM
Chile	INN	Paquistão	PSQCA
Colômbia	ICONTEC	Estado da Palestina	PSI
República Democrática do Congo	OCC	Peru	INACAL
Costa Rica	INTECO	Filipinas	BPS
Croácia	HZN	Polônia	PKN
Cuba	NC	Portugal	IPQ
Chipre	CYS	Romênia	ASRO
Egito	EOS	São Cristóvão e Neves	SKNBS
El Salvador	OSN	Arábia Saudita	SASO
Estônia	EVS	Sérvia	ISS
Eswatini (Suazilândia)	SWASA	Eslováquia	SR UNMS
Etiópia	ESA	Eslovênia	SIST
Gabão	AGANOR	Sri Lanka	SLSI
Gana	GSA	República Unida da Tanzânia	TBS
Grécia	NQIS ELOT	Tailândia	TISI
Região Administrativa Especial de Hong Kong da China	ITCHK SAR	Trinidad e Tobago	TTBS
Hungria	MSZT	Tunísia	INNORPI



País	ONN
Islândia	IST
Irã (República Islâmica do Irã)	ISIRI
Israel	SII
Quênia	KEBS
República Popular Democrática da Coreia (Coreia do Norte)	CSK
Lituânia	LST
Mauritânia	DNPQ

País	ONN
Peru	INACAL
Uganda	UNBS
Uruguai	UNIT
Uzbequistão	UZSTANDARD
Vietnã	STAMEQ
Zimbábue	SAZ

Fonte: Elaboração própria.



2. QUANTITATIVO DO ACERVO DE NORMAS DO ISO/IEC JOINT TECHNICAL COMMITTEE 1

Tabela C.3 – Acervo de normas do ISO/IEC Joint Technical Committee 1 (ISO/IEC JTC 1)

Referência	Título	Tipo	Normas publicadas	Normas em desenvolvimento
ISO/IEC JTC 1 / SC 2	Conjuntos de caracteres codificados	Subcomitê	52	2
ISO/IEC JTC 1 / SC 6	Telecomunicações e troca de informações entre sistemas	Subcomitê	389	53
ISO/IEC JTC 1 / SC 7	Engenharia de <i>software</i> e sistemas	Subcomitê	200	38
ISO/IEC JTC 1 / SC 17	Cartões e dispositivos de segurança para identificação pessoal	Subcomitê	104	34
ISO/IEC JTC 1 / SC 22	Linguagens de programação, seus ambientes e interfaces de software de sistema	Subcomitê	109	29
ISO/IEC JTC 1 / SC 23	Mídia gravada digitalmente para intercâmbio e armazenamento de informações	Subcomitê	135	4
ISO/IEC JTC 1 / SC 24	Gráficos de computador, processamento de imagem e representação de dados ambientais	Subcomitê	85	8
ISO/IEC JTC 1 / SC 25	Interconexão de equipamentos de tecnologia da informação	Subcomitê	223	2
ISO/IEC JTC 1 / SC 27	Segurança da informação, cibersegurança e proteção da privacidade	Subcomitê	193	88
ISO/IEC JTC 1 / SC 28	Equipamento de escritório	Subcomitê	35	13



Referência	Título	Tipo	Normas publicadas	Normas em desenvolvimento
ISO/IEC JTC 1 / SC 29	Codificação de informações de áudio, imagem, multimídia e hipermídia	Subcomitê	571	99
ISO/IEC JTC 1 / SC 31	Identificação automática e técnicas de captura de dados	Subcomitê	127	23
ISO/IEC JTC 1 / SC 32	Gerenciamento e intercâmbio de dados	Subcomitê	93	42
ISO/IEC JTC 1 / SC 34	Descrição do documento e linguagens de processamento	Subcomitê	77	6
ISO/IEC JTC 1 / SC 35	Interfaces de usuário	Subcomitê	78	19
ISO/IEC JTC 1 / SC 36	Tecnologia da informação para aprendizagem, educação e treinamento	Subcomitê	51	14
ISO/IEC JTC 1 / SC 37	Biometria	Subcomitê	131	33
ISO/IEC JTC 1 / SC 38	Computação em nuvem e plataformas distribuídas	Subcomitê	21	7
ISO/IEC JTC 1 / SC 39	Sustentabilidade, TI e <i>data centers</i>	Subcomitê	20	11
ISO/IEC JTC 1 / SC 40	Gerenciamento de serviços de TI e governança de TI	Subcomitê	26	6
ISO/IEC JTC 1 / SC 41	Internet das coisas e tecnologias relacionadas	Subcomitê	26	7
ISO/IEC JTC 1 / SC 42	Inteligência artificial	Subcomitê	6	21
ISO/IEC JTC 1 / AG 1	Grupo Consultivo de Comunicações	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / AG 2	Grupo Consultivo sobre Tecnologia Emergente e Inovação JTC 1 (JETI)	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / AG 3	<i>Software</i> livre	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / AG 6	Veículos autônomos e ricos em dados	Grupo de trabalho		



Referência	Título	Tipo	Normas publicadas	Normas em desenvolvimento
ISO/IEC JTC 1 / AG 8	Meta Arquitetura de Referência e Arquitetura de Referência para Integração de Sistemas	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / AG 10	Divulgação	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / AG 11	Digital <i>Twin</i>	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / AG 12	Corrigenda Técnica	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / AG 13	Casos de uso para sistemas de integração de TIC baseados em VR e AR	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / AG 14	Facilitação de integração de sistemas (SIF)	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / AG 15	Normas e regulamentos	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / AG 16	Interface cérebro-computador	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / AG 17	Diretrizes de reunião - SD 19	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / JAG	Grupo Consultivo JTC 1	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / WG 11	Cidades inteligentes	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / WG 12	Impressão e digitalização 3D	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / WG 13	Confiabilidade	Grupo de trabalho		
ISO/IEC JTC 1 / WG 14	Computação quântica	Grupo de trabalho		

Fonte: Elaboração própria.



ANEXO D - INFORMAÇÕES SOBRE OS PRINCIPAIS GRUPOS DE TRABALHO INTERNACIONAIS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Há uma série de comitês técnicos responsáveis pelo desenvolvimento de normas em áreas específicas relevantes para a Indústria 4.0. São eles:

ISO / TC 10 – Documentação técnica do produto

ISO / TC 39 – Máquinas-ferramentas

ISO / TC 184 – Sistemas de automação e integração

ISO / TC 211 – Informações geográficas/Geomática

ISO / TC 261 – Manufatura Aditiva

ISO / TC 292 – Segurança e resiliência

ISO / TC 299 – Robótica

ISO/TC 307 – *Blockchain* e tecnologias de razão distribuída

ISO/IEC JTC 1 – Tecnologia da Informação

ISO/IEC JTC 1/SC 27 – Segurança da informação, cibersegurança e proteção da privacidade

ISO/IEC JTC 1 / WG 7 – Rede de Sensores

ISO/IEC JTC 1 / WG 10 – Internet das Coisas

ISO/IEC JTC 1 / SC 38 – Computação em nuvem e plataformas distribuídas

ISO/IEC JTC 1 / WG 9 – *Big Data*

ISO/IEC JWG 21 – *Smart Manufacturing Reference Model*

IEC/TC 1 – Terminologia

IEC/TC 3 – Documentação, símbolos gráficos e representações de informações técnicas

IEC/SC 3D – Classes, propriedades e identificação de produtos - Dicionário de dados comuns (CDD)

IEC/TC 8 – Aspectos do sistema de fornecimento de energia elétrica

IEC/TC 13 – Medição e controle de energia elétrica



IEC/SC 23G – Acopladores de aparelho

IEC/SC 23H – Plugues, tomadas e acopladores para aplicações industriais e semelhantes e para veículos elétricos

IEC/TC 25 – Quantidades e unidades

IEC/TC 40 – Capacitores e resistores para equipamentos eletrônicos

IEC/TC 44 – Segurança de máquinas - Aspectos eletrotécnicos

IEC/SC 45A – Instrumentação, controle e sistemas de energia elétrica de instalações nucleares

IEC/TC 47 – Dispositivos semicondutores

IEC/SC 47A – Circuitos integrados

IEC/SC 48D – Mecânico para equipamentos elétricos e eletrônicos

IEC/TC 56 – Confiabilidade

IEC/TC 57 – Gerenciamento de sistemas de energia e troca de informações associadas

IEC/TC 65 – Medição, controle e automação de processos industriais

IEC/SC 65A – Aspectos do sistema

IEC/SC 65B – Dispositivos de medição e controle

IEC/SC 65C – Redes industriais

IEC / SC 65C / WG 13 – Redes industriais. Cibersegurança

IEC/SC 65E – Dispositivos e integração em sistemas empresariais

IEC/TC 66 – Segurança de medição, controle e equipamento de laboratório

IEC/TC 77 – Compatibilidade eletromagnética

IEC/TC 79 – Alarme e sistemas de segurança eletrônica

IEC/TC 88 – Sistemas de geração de energia eólica

IEC/TC 91 – *Electronics assembly technology*

IEC/TC 94 – Relés elétricos

IEC/TC 95 – Relés de medição e equipamentos de proteção

IEC/TC 99 – Coordenação de isolamento e engenharia de sistema de instalações de energia elétrica de alta tensão acima de 1,0 kV CA e 1,5 kV CC



IEC/TC 100 – Sistemas e equipamentos de áudio, vídeo e multimídia

IEC/TC 103 – Equipamento de transmissão para radiocomunicação

IEC/TC 108 – Segurança de equipamentos eletrônicos na área de áudio / vídeo, tecnologia da informação e tecnologia da comunicação

IEC/TC 115 – Transmissão de corrente contínua de alta tensão (HVDC) para tensões DC acima de 100 kV

IEC/PC 118 – Interface de usuário do *Smart grid*

IEC TC 119 – Manufatura Aditiva ISO/IEC



ANEXO E – LISTA DE COMITÊS E GRUPOS RELEVANTES PARA O SMA-CG

Referência	Título	Tipo	Normas publicadas	Normas em desenvolvimento
CLC/TC 65X	<i>Industrial-process measurement, control and automation</i>	Comitê Cenelec	453	59
CEN/CLC/JTC 8	<i>Privacy management in products and services</i>	Comitê CEN/ Cenelec	0	0
CEN/CLC/JTC 13	<i>Cybersecurity and Data Protection</i>	Comitê CEN/ Cenelec	20	10
CEN/TC 310	<i>Advanced automation technologies and their applications</i>	Comitê CEN	6	2
CEN/TC 114	<i>Safety of machinery</i>	Comitê CEN	43	6
CEN/TC 122	<i>Ergonomics</i>	Comitê CEN	125	15
CEN/TC 143	<i>Machine tools – Safety</i>	Comitê CEN	19	4
CEN/TC 225	<i>AIDC technologies</i>	Comitê CEN	20	1
CEN/TC 290	<i>Dimensional and geometrical product specification and verification</i>	Comitê CEN	120	19
CEN/TC 319	<i>Maintenance</i>	Comitê CEN	7	6
CEN/TC 368	<i>Product Identification</i>	Comitê CEN	0	0
CEN/TC 438	<i>Additive Manufacturing</i>	Comitê CEN	13	31
ETSI TC CYBER	<i>CYBERSECURITY</i>	Comitê ETSI	47	
IEC/SyC SM	<i>System Committee Smart Manufacturing</i>	Comitê IEC	0	1



Referência	Título	Tipo	Normas publicadas	Normas em desenvolvimento
ISO SMCC	<i>Smart Manufacturing Coordinating Committee</i>	Grupo de trabalho ISO	-	-
5G ACIA	<i>5G Alliance for Connected Industries and Automation</i>	Fórum global central para moldar 5G no domínio industrial ²¹	-	-
AIOTI	<i>Alliance for Internet of Things Innovation</i>	Principais participantes são grandes empresas, PME de sucesso e <i>startups</i> dinâmicas - bem como centros de pesquisa, universidades, associações ²² .	-	-

Fonte: Elaboração própria.

- 21 Em uma plataforma, várias indústrias de todo o mundo, em conjunto, criam um novo ecossistema de TIC e OT e definem as estruturas para um mercado emergente altamente atraente. Atualmente, a presidência é feita pela Bosch e Ericsson e a secretaria, pela ZVEI. (5GACIA, 2020).
- 22 A AIOTI foi iniciada pela Comissão Europeia em 2015 para fortalecer o diálogo e a interação entre os participantes da IoT na Europa, contribuir para a criação de um ecossistema IoT europeu dinâmico e acelerar a adoção da IoT. (AIOTI, 2020)



ANEXO F - LEVANTAMENTO ABNT DE COMITÊS TÉCNICOS INTERNACIONAIS RELEVANTES NO CONTEXTO INDÚSTRIA 4.0

ISO/TC 10 – *Technical product documentation*

ISO/TC 10 SC 10 – *Process plant documentation*

ISO/TC 30 – *Measurement of fluid flow in closed conduits*

ISO/TC 30 SC 5 – *Velocity and mass methods*

ISO/TC 146 – *Air quality*

ISO/TC 146 SC 1 – *Stationary source emissions*

ISO/TC 153 – *Valves*

ISO/TC 184 – *Automation systems and integration*

ISO/TC 184 SC 4 – *Industrial data*

ISO/TC 184 SC 5 – *Interoperability, integration, and architectures for enterprise systems and automation applications*

ISO/IEC JTC 1 SC 25 – *Interconnection of information technology equipment*

ISO/IEC JTC 1 SC 27 – *IT security techniques*

ISO/IEC JTC 1 SC 41 – *Internet of things and related Technologies*

ISO/IEC Joint Working Group 21 (ISO/IEC JWG 21) – *Smart Manufacturing Reference Model*

IEC/TC 03 – *Information structures and elements, identification and marking principles, documentation and graphical symbols*

IEC/TC 03 SC 3D – *Product properties and classes and their identification*

IEC/TC 10 – *Fluids for electrotechnical applications*

IEC/TC 22 – *Power electronic systems and equipment*

IEC/TC 22 SC 22G – *Adjustable speed electric drive systems incorporating semiconductor power converters*

IEC/TC 31 – *Equipment for explosive atmospheres*

IEC/TC 44 – *Safety of machinery - Electrotechnical aspects*



IEC/TC 45 – *Nuclear instrumentation*

IEC/TC 45 SC 45A – *Instrumentation, control and electrical power systems of nuclear facilities*

IEC/TC 48 – *Electrical connectors and mechanical structures for electrical and electronic equipment*

IEC/TC 48 SC 48B – *Electrical connectors*

IEC/TC 47 – *Semiconductor devices*

IEC/TC 47 SC 47D – *Semiconductor devices packaging*

IEC/TC 56 – *Dependability*

IEC/TC 62 – *Electrical equipment in medical practice*

IEC/TC 62 SC 62A – *Common aspects of electrical equipment used in medical practice*

IEC/TC 64 – *Electrical installations and protection against electric shock*

IEC/TC 65 – *Industrial-process measurement, control and automation*

IEC/TC 66 – *Safety of measuring, control and laboratory equipment*

IEC/TC 77 – *Electromagnetic compatibility*

IEC/TC 86 – *Fibre optics*

IEC/TC 86 SC 86A – *Fibres and cables*

IEC/TC 86 SC 86B – *Fibre optic interconnecting devices and passive components*

IEC/TC 111 – *Environmental standardization for electrical and electronic products and systems*

IEC/PC 118 – *Smart grid user interface*

IEC/TC 121 – *Switchgear and control gear and their assemblies for low voltage*

IEC/TC 121 SC 121A – *Low-voltage switchgear and control gear*

T-SG 17 – *Security*



ANEXO G – PARTICIPAÇÃO DA ALEMANHA NA NORMALIZAÇÃO

Tabela G.1 – Comitês nacionais de normalização da Alemanha no âmbito da Indústria 4.0

DKE	
DKE/GK 914	<i>Functional safety of electric, electronic and programmable electronic systems (E, E, PES) for protection of persons and the environment</i>
DKE/AK 914.0.4	<i>Updating IEC 61508-2</i>
DKE/AK 914.0.6	<i>Cooperation ITEI/Reliability</i>
DKE/K 931	<i>System aspects of automation</i>
DKE/AK 931.0.12	<i>Life Cycle Management</i>
DKE/AK 931.0.14	<i>Smart manufacturing and Industrie 4.0</i>
DKE/UK 931.1	<i>IT security for industrial automation systems</i>
DKE/AK 931.1.3	<i>Functional security – IT security</i>
DKE/K 941	<i>Engineering</i>
DKE/AK 941.0.2	<i>Automation ML</i>
DKE/K 956	<i>Industrial communication</i>
DKE/AK 956.0.2	<i>Industrial Wireless Networks</i>
DKE/AK 956.0.6	<i>Cooperation ITEI/Radio</i>



DIN	
DIN Standards Committee Information Technology and Selected Applications (NIA)	<i>The scope of the DIN Standards Committee for Information Technology and Selected Applications (NIA) comprises the development of standards in the field of information technology and selected fields of application of information. Its Annual Reports are found at its dedicated.</i>
NA 043-01 FB	<i>Special Division Basic Standards of Information Technology</i>
NA 043-02 FB	<i>Special Division Horizontal Application Standards of Information Technology</i>
NA 043-01-27 AA	<i>Information security, cybersecurity and privacy protection</i>
NA 043-01-41 AA	<i>Internet of Things</i>
NA 043-01-42 AA	<i>Artificial Intelligence</i>
DIN NA 060 NA 060-30 FB	<i>Standards Committee Mechanical Engineering Section Automation systems and integration</i>
VDI/VDE GESELLSCHAFT MESS- UND AUTOMATISIERUNGSTECHNIK (VDI/VDE SOCIETY FOR MEASUREMENT AND AUTOMATIC CONTROL)	
VDMA	
COMPANION SPECIFICATIONS	

Fonte: German Standardization Roadmap Industrie 4.0. (SCI4.0, 2020)



Tabela G.2 - Comitês de normalização europeus e internacionais no âmbito da Indústria 4.0 dos quais a Alemanha participa

IEC – International Electrotechnical Commission	
IEC/TC 65	<i>Industrial-process, measurement, control and automation</i>
IEC/TC 65/WG 10	<i>Security for industrial process measurement and control – Network and system security</i>
IEC/TC 65/WG 16	<i>Digital Factory</i>
IEC/TC 65/WG 19	<i>Life-cycle management for systems and products used in industrial-process measurement, control and automation</i>
IEC/TC 65/WG 20	<i>Industrial-process measurement, control and automation– Framework to bridge the requirements for safety and security</i>
IEC/TC/WG 23	<i>Smart Manufacturing Framework and System Architecture</i>
IEC/TC/WG 24	<i>Asset Administration Shell for Industrial Applications</i>
IEC/SC65	<i>Industrial-process measurement, control and automation</i>
IEC/SC 65A	<i>System Aspects</i>
IEC/SC 65B	<i>Measurement and control devices</i>
IEC/SC 65C	<i>Industrial Networks</i>
IEC/SC 65E	<i>Devices and integration in Enterprise systems</i>



ISO/IEC	
Joint ISO/TC 184 – IEC/TC 65/ JWG 21	<i>Smart Manufacturing Reference Model(s)</i>
ISO/IEC JTC 1	<i>Joint Technical Committee for Information Technologies</i>
ISO/IEC JTC 1/SC 27	<i>Information security, cybersecurity and privacy protection</i>
ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 3	<i>Security evaluation, testing and specification</i>
ISO/IEC JTC 1/SC 27/WG 4	<i>Security controls and services</i>
ISO/IEC JTC 1/SC 31	<i>Automatic identification and data capture techniques</i>
ISO/IEC JTC1/SC 41	<i>Internet of Things and Related Technologies</i>
ISO/IEC JTC1/SC 42	<i>Artificial Intelligence</i>
ISO/IEC JTC 1/AG 7	<i>Trustworthiness</i>
ISO/IEC JTC 1/AG 8	<i>Meta Reference Architecture and Reference Architecture for Systems Integration</i>
ISO/IEC JTC 1/AG 11	<i>Digital Twin</i>
ISO – International Organization for Standardization	
ISO/TC 184	<i>Automation systems and integration</i>
ISO/TC 184/SC 4	<i>Industrial data</i>
ISO/TC 108 SC 5	<i>Condition monitoring and diagnostics of machine systems</i>
ISO/TC 261	<i>Additive Manufacturing</i>
ISO/TC 292	<i>Security and resilience</i>

Fonte: German Standardization Roadmap Industrie 4.0. (SCI4.0, 2020)



Tabela G.3 – Comitês e grupos de trabalho internacionais e europeus dos quais a Alemanha realiza coordenação e secretaria

CEN-Cenelec-ETSI	
<p>CEN-CLC-ETSI/SMa-CG <i>Coordination Group on Smart Manufacturing</i></p>	<p>O Grupo de Coordenação de Manufatura Inteligente do CEN-Cenelec-ETSI (SMa-CG) foi fundado em 2019 e é administrado pela DIN/DKE. O grupo oferece conselhos sobre as atuais atividades europeias relacionadas à Manufatura Inteligente e sincroniza a posição do CEN, do Cenelec, do ETSI e de outros terceiros em normalização. A Alemanha detém o secretariado do grupo.</p>
ISO	
<p>ISO/TMBG/SMCC <i>Smart Manufacturing Coordinating Committee (SMCC)</i></p>	<p>Também sob a liderança alemã, o ISO/SMCC – Comitê de Coordenação de Manufatura Inteligente tem promovido ativamente o trabalho internacional no tópico Indústria 4.0. O objetivo é coordenar o tema em todos os níveis e desenvolver recomendações para implementação, particularmente no que diz respeito a uma abordagem internacional conjunta. Ao mesmo tempo, um comitê de espelho nacional foi criado na DIN para oferecer às partes interessadas uma plataforma nacional para desempenhar um papel decisivo na formação do trabalho internacional.</p>
IEC	
<p>IEC/SyC <i>System Committee Smart Manufacturing</i></p>	<p>O IEC/SyC <i>System Committee Smart Manufacturing</i>, que é presidido pela Alemanha, é diretamente responsável pelo <i>Standardization Management Board (SMB)</i> do IEC e iniciou seu trabalho em 2018. As tarefas do IEC/SyC são, além da coordenação das atividades de normalização, identificação de lacunas e sobreposições, especialmente na cooperação de organizações e consórcios de normalização relevantes.</p>
<p>IEC/SyC <i>Communication Technologies and Architectures</i></p>	<p>Em meados de 2019, também foi criado o IEC/SyC Tecnologias e Arquiteturas de Comunicação, que surgiu do IEC / SEG 7. As tarefas do SyC são a normalização no campo das tecnologias e arquiteturas de comunicação. O SyC visa a coordenar e harmonizar as atividades no domínio das tecnologias de comunicação e arquiteturas. O comitê trabalha em estreita colaboração com os comitês IEC para apoiar seu trabalho contínuo no campo das tecnologias de comunicação. Outro objetivo é cooperar com outras organizações de desenvolvimento de normas) e consórcios da indústria na área de tecnologias de comunicação.</p>

Fonte: German Standardization Roadmap Industrie 4.0. (SCI4.0, 2020)



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – <i>Revolução industrial</i>	12
Figura 2 – Estrutura JWG 21 (SWOPE, 2018)	28
Figura 3 – Prontidão para o Futuro da produção (<i>Future Readiness Index</i> , Fórum Económico Mundial, 2018. Países selecionados)	36
Figura 4 – Estrutura JWG 21	41
Figura 5 – Estrutura (DIN, 2020a)	45
Figura 6 – Metodologia da iniciativa Indústria Conectada 4.0	56
Figura 7 – Modelo de governança Programa Indústria Conectada 4.0 Espanha	58
Figura 8 – Aspectos tecnológicos importantes e comitês internacionais essenciais	66
Figura 9 – Modelo do Programa piloto de Inovação aberta “12 Desafios da Industria 4.0”	68
Figura 10 – Perspectiva geral e articulação das Iniciativas Aceleradoras	73
Figura 11 – Modelo de governança da Fase II do Programa i4.0	76
Figura 12 – Visão geral do índice de preparação da indústria inteligente	86
Figura 13 – Fórmula da matriz de priorização	87
Figura 14 – Indústria 2027	96
Figura 15 – Ilustração do <i>Roadmap</i> da normalização para a Indústria 4.0 no Brasil	119
Figura 16 – Níveis de normalização.	145
Figura 17 – Estrutura do Sinmetro	150
Figura 18 – Estrutura do Sistema Brasileiro de Normalização	151
Figura 19 – Processo de normalização brasileiro	153
Figura 20 – Estrutura orgânica da AMN	157
Figura 21 – Processo de harmonização de normas da AMN	159
Figura 22 – Processo de normalização internacional	168
Figura 23 – Estrutura de gestão da IEC	170
Figura 24 – Processo de normalização Europeu	180



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comitês da ABNT com atuação no tema Indústria 4.0	33
Tabela 2 – Linhas de ação, áreas estratégicas e objetivos da iniciativa Indústria Conectada 4.0	57
Tabela 3 – Ações e iniciativas do tema Regulação, Normalização Técnica e Infraestrutura	97
Tabela 4 – Câmara Brasileira da Indústria 4.0	100
Tabela 5 – Participação na normalização internacional. Países com participação mais intensa na ISO: em número de secretarias técnicas e como membros P (participantes) de TC e SC. Dados de 2020.	105
Tabela 6 – Organizações Nacionais de Normalização que são membros ativos da Copant	161
Tabela 7 – Organizações Nacionais de Normalização que são membros aderentes da Copant	162
Tabela 8 – Comitês em conjunto ISO/IEC	166
Tabela 9 – Relação de número de secretarias por país	171
Tabela B.1 – Lista de grupo de trabalhos, escopo e membros	187
Tabela C.1 – Membros participantes do ISO/IEC Joint Technical Committe 1	189
Tabela C.2 – Membros observadores do ISO/IEC <i>Joint Technical Committe 1</i>	190
Tabela C.3 – Acervo de normas do ISO/IEC Joint Technical Committe 1 (ISO/IEC JTC 1)	192
Tabela G.1 – Comitês nacionais de normalização da Alemanha no âmbito da Indústria 4.0	202
Tabela G.2 - Comitês de normalização europeus e internacionais no âmbito da Indústria 4.0 dos quais a Alemanha participa	204
Tabela G.3 – Comitês e grupos de trabalho internacionais e europeus dos quais a Alemanha realiza coordenação e secretaria	206



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de participação como membro P (participante) em comitês técnicos da ISO, comparação China e Brasil, de 2000 a 2020	103
Gráfico 2 – Participação na normalização internacional Brasil x China. Número de secretarias técnicas de comitês técnicos da ISO (TC e SC) de 2000 a 2020	104
Gráfico 3 – Evolução da composição do catálogo de normas britânicas	178
Gráfico 4 – Peso dos votos de cada país membro do CEN	181

